

УДК (552.32 + 552.33) : 549 (477)

С.М. Цимбал¹, Ю.С. Цимбал¹, В.Б. Соболев²

¹ Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
ім. М.П. Семененка НАН України
03680, м. Київ-142, Україна, пр. Акад. Палладіна, 34
E-mail: tsymbal@igmof.gov.ua

² Технічний центр НАН України
04070, м. Київ-70, Україна, вул. Покровська, 13
E-mail: vsobolev@tcnasu.kiev.ua

КСЕНОКРИСТИ МАНТІЙНИХ МІНЕРАЛІВ ІЗ ЛУЖНО-УЛЬТРАОСНОВНИХ ПОРІД БОЛЯРКІВСЬКОЇ ІНТРУЗІЇ (ВОЛИНСЬКИЙ МЕГАБЛОК УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА)

Болярківська інтрузія представлена олівіновими мельтейгітами і підпорядкованими їм якупірангітами гіпобісальної фації. Ізотопний вік їх визначений U-Pb методом по циркону і становить 2046–2023 млн рр. У цих породах ідентифіковані ксенокристи мінералів мантійного походження — хромшпінелідів, піропу, хромдіопсиду, ортопіроксену. Хромшпінеліди являють собою суміш індивідів різного складу. В них вміст Cr₂O₃ варіює від 33 до 60 %, Al₂O₃ — від 9 до 35, MgO — від 10 до 18, FeO + Fe₂O₃ — від 12 до 24 %. Майже всі вони низькотитанисті. За типохімічними ознаками виділено такі їх різновиди: магнезіохроміт, алюмохроміт, хромпікотит і ферихроміт. Серед магнезіохромітів є індивіди, які за складом наближаються до хроміту алмазної асоціації з кімберлітів. У них виявлено сингенетичні включення олівіну з вмістом 94 % форстеритового компонента та 0,41–0,42 — NiO. Такі за складом олівіни є характерними включеннями в алмазах дуніт-гарцбургітового типу з кімберлітів Якутської та Архангельської провінцій. В алюмохромітах трапляються включення дещо більш залізного олівіну (FeO — 7,7–9,2 %) і хромдіопсиду з підвищеним вмістом Cr₂O₃ (0,7 %), Na₂O (1,3 %), Al₂O₃ (1,5 %) і жадеїтового компонента. Материнськими породами їх були хромшпінель-піропові зернисті лерцоліти графіт-піропової фації глибинності. Піроп належить до низькохромистих (Cr₂O₃ — 2,1 %) помірнокальцієвих (CaO — 4,3 %) різновидів лерцолітового парагенезису. Ортопіроксен відноситься до глиноземистого типу (Al₂O₃ — 3,9–4,1 %) і містить незначні домішки Cr₂O₃ (0,2–0,3 %), MnO (0,15–0,25 %) і CaO (до 1 %). На ксенокристах мантійних мінералів наявні реакційні кайми. Оцінено *PT* умови утворення всіх досліджених мінералів. Вихідний розплав для олівінових мельтейгітів і якупірангітів Болярківської інтрузії утворився у верхній мантії в результаті часткового плавлення піропових перидотитів. Ксенокристи піропу, хромшпінелідів, хромдіопсиду і ортопіроксену є продуктами дезінтеграції різноглибинних мантійних перидотитів, захоплених цим розплавом під час підняття до земної поверхні. Болярківську інтрузію можна вважати нетрадиційним джерелом цих мінералів для розміщених поблизу басейнів седиментації, зокрема Білокоровицької западини. Наявність в інтрузії ксенокристів магнезіохроміту і олівіну алмазної асоціації вказує на те, що тут у верхній мантії поширені алмазоносні дуніти і гарцбургіти.

Ключові слова: Український щит, Болярківська інтрузія, мельтейгіти, якупірангіти, ксенокристи мантійних мінералів, *PT* параметри.

Вступ. Північно-західну частину Українського щита (УЩ), головною складовою якої є Волинський мегаблок палеопротерозойського віку, вважають перспективною на корінні родовища алмазу [2, 3, 22]. Такий оптимістичний прогноз базується на знахідках алмазу і його мінералів-супутників у місцевих теригенних

відкладах різного віку і походження. Найдавніший колектор їх — конгломерати і пісковики білокоровицької світи палеопротерозою. Вони поширені в межах однойменної грабеноподібної западини північно-східного простягання довжиною 25 км і шириною до 5–7 км. Вивчено близько 100 кристалів алмазу з цих відкладів розміром від 0,3 до 3,2 мм [5–9, 11, 13]. Серед них переважають безбарвні октаедри. Рід-

© С.М. ЦИМБАЛ, Ю.С. ЦИМБАЛ, В.Б. СОБОЛЕВ, 2015

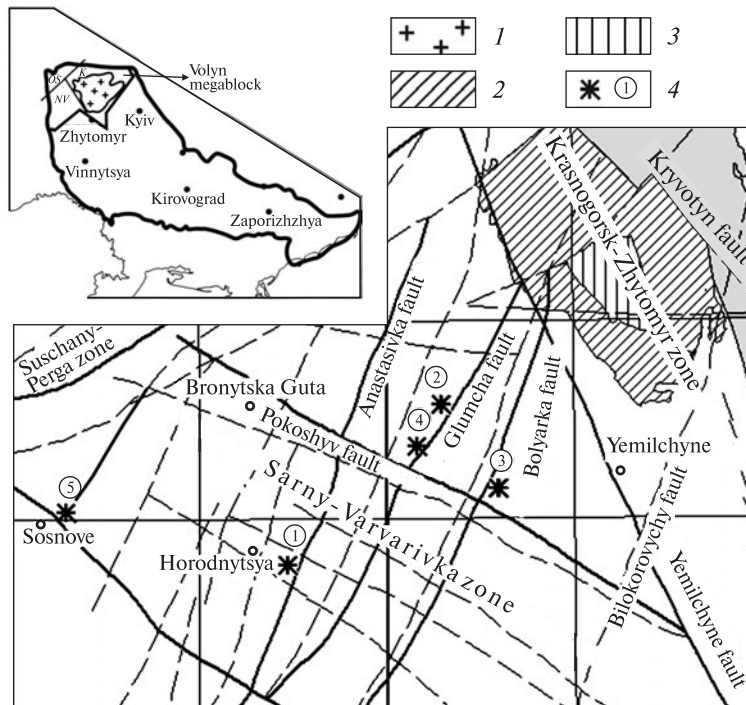


Рис. 1. Схема розміщення проявів лужно-ультраосновних порід у межах Волинського мегаблоку Українського щита. Блоки другого порядку: NV — Новоград-Волинський, OS — Осницький, K — Коростенський. 1 — Коростенський плутон, складений гранітами рапаківі та основними породами габро-анортозитової формації віком 1800—1740 млн рр., 2 — Кишинський масив гранітоїдів, 3 — Жубровицький масив основних порід, 4 — інтрузії лужно-ультраосновних порід (цифри у кружках): 1 — Городницька, 2 — Глумчанська, 3 — Болярківська, 4 — Покошівська, 5 — Губківська

Fig. 1. Scheme of location of alkaline-ultrabasic rock occurrences within the Volyn megablock of the Ukrainian Shield. Subordinate blocks: NV — Novograd-Volyn, OS — Osnytsya, K — Korosten. 1 — Korosten pluton, composed by rapakivi granites and basic rock of the gabbro-anorthosite complex aged 1800—1740 Ma, 2 — Kishyn massif of granitoids, 3 — Zhubrovychy massif of basic rock, 4 — intrusions of alkaline-ultrabasic rocks (figures in circles): 1 — Horodnytsya, 2 — Glumcha, 3 — Bolyarka, 4 — Pokoshiv, 5 — Hubka

ко трапляються також кристали кубічного габітусу. Алмази представлені азотним (тип Ia) і безазотним (тип IIa) різновидами у співвідношенні 1,5:1. В алмазах типу Ia ідентифіковано дефектні центри A, B1, B2 і C, властиві більшості алмазів із кімберлітів різних провінцій світу. Всі алмази мають мантієне походження і належать до дуніт-гарцбургітового (кількісно домінують) та еклогітового парагенезисів. Разом з алмазами в конгломератах і пісковиках білокоровицької світи знайдено супутні мінерали — піроп, хромдіопсид, омфацит, хромшпінеліди [18]. Наявні дані вказують на те, що найвірогіднішим корінним джерелом цих мінералів були місцеві кімберліти.

Пошуки останніх тут тривають уже понад 50 років, але поки що безрезультатно. Проте завдяки їм у північно-західній частині УЩ виявлено малі тіла лужно-ультраосновних порід палеопротерозойського віку — Городницьку, Глумчанську і Болярківську інтрузії олівінових мельтейгітів-якупірангітів і Покошівські та Губківські дайки олівінових меланефелінів [10, 19—21, 23]. У Городницькій і Болярківській інтрузіях нами діагностовані ксенокристи мантієних мінералів — піропу, хроміту, хромдіопсиду, ортопіроксену. Така асоціація мінералів характерна для більшості кімберлітів світу. Тому їхні знахідки в породах некімберлітового типу заслуговують на особливу увагу.

Геологічне положення і склад інтрузії. Волинський мегаблок об'єднує три блоки другого порядку: Новоград-Волинський, Осницький і Коростенський (рис. 1). У межах Новоград-Волинського блоку крім вже відомих Городницької та Глумчанської інтрузій лужно-ультраосновних порід мельтейгіт-якупірангіт-ійолітового складу [10, 23] в 2005 р. була встановлена дайкоподібна інтрузія таких же порід, яку назвали Болярківською [19, 21, 33]. Вона розташована в околицях однойменного села, що знаходиться в 11 км на південний захід від м. Ємільчине Житомирської обл. Інтрузія потужністю 10 м розкрита двома свердловинами, має північно-східне простягання і круте (~80°) падіння на південний захід. Її перекривають осадові породи неогенового і четвертинного віку потужністю до 16 м. Вмісними породами для неї є мікроклін-плагіоклазові гранітоїди шерметівського комплексу палеопротерозою. В гранітоїдах простежуються досить виразні ознаки фенітизації: гранофіроподібні зростки кварцу з польовим шпатом, заміщення плагіоклазу альбітом, наявність в альбітах голчастих і розеткоподібних включень сублужних магнезійних амфіболів та клінопіроксену з підвищеним вмістом егіринового компонента. Зона фенітизації досягає 4—7 м. Ізотопний U-Pb вік нефенітизованих гранітоїдів становить 2114 ± 24 млн рр. (визначено

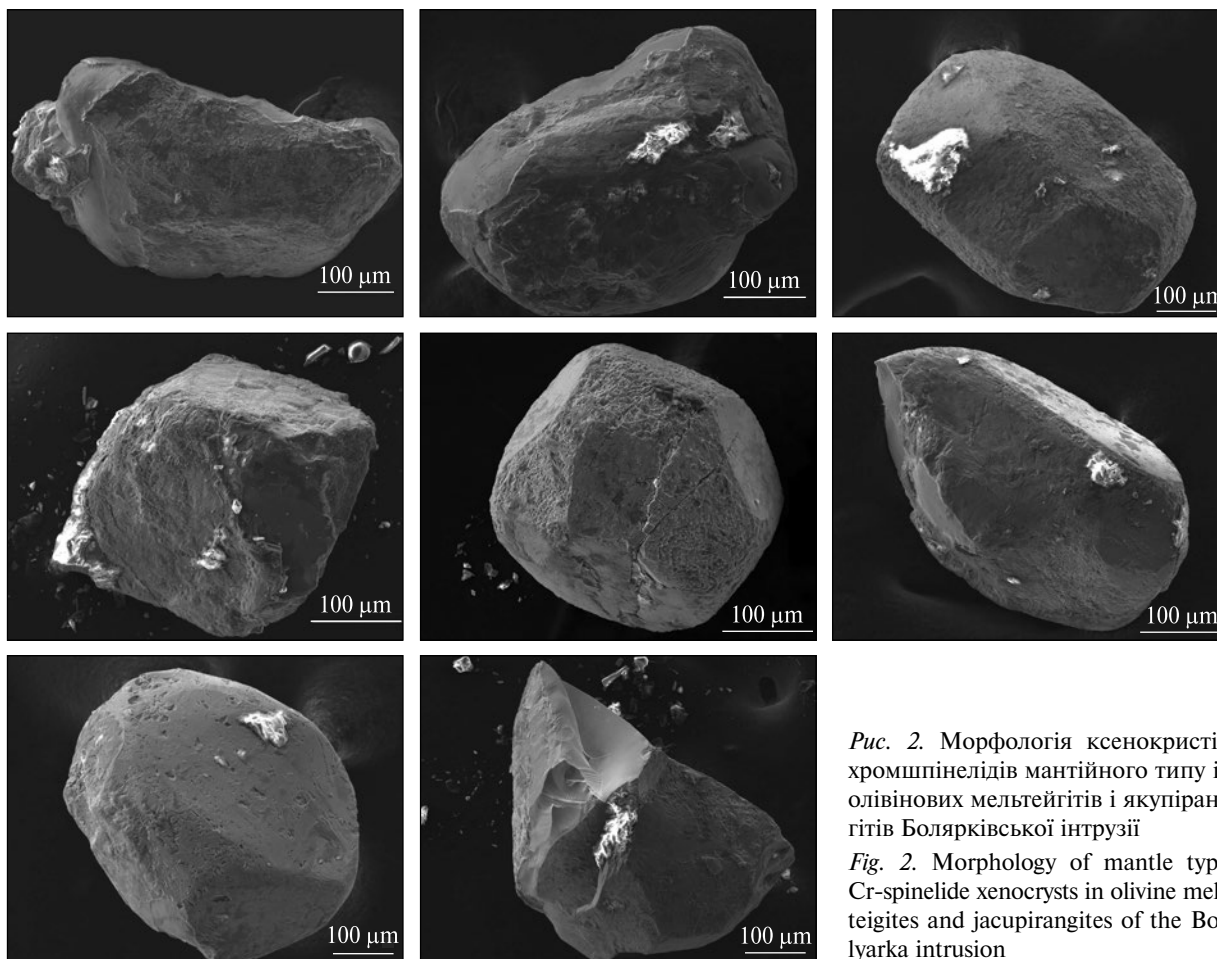


Рис. 2. Морфологія ксенокристів хромшпінелідів мантійного типу із олівінових мельтейгітів і якупірангітів Болярківської інтрузії

Fig. 2. Morphology of mantle type Cr-spinelide xenocrysts in olivine melteigites and jacupirangites of the Boiyarka intrusion

ізохронним методом по індивідуальних кристалах циркону).

Болярківська інтрузія значно еродована і на донеогеновому зрізі складена породами гіпібасальної фації — олівіновими мельтейгітами, які на локальних ділянках поступово переходять у якупірангіти та йїоліти. Поблизу контакту з гранітоїдами в інтрузії спостерігались зони загартування шириною до 0,3 м. Структура мельтейгітів у приконтактних ділянках інтрузії дрібнозерниста, у центральній частині — середньо- і гіпідіоморфнозерниста. Головними мінералами їх є клінопіроксен (15—35 %), амфіболи (місцями до 70 %), нефелін (10—20 %) і олівін (до 5 %). Клінопіроксен представлений хромдіопсидом і егірін-діопсидом, амфіболи — магнезійними різновидами гастінгситового, еденітового, катафоритового і проміжного складу, олівін — форстеритом, нефелін — істотно натрієвим різновидом. Подекуди діагностовано канкриніт, цеоліт і флогопіт, з акцесорних — апатит, хромшпінеліди, циркон, Мп-ільменіт, сульфіді (пентландит, халькопірит,

сфалерит). Трапляються також ксенокристи мінералів верхньомантійних та корових порід.

Для датування порід Болярківської інтрузії використано сингенетичні ім циркон та амфібол. Ізотопний вік циркону, визначений класичним U-Pb методом по трьох монофракціях різного розміру, — 2023, 2029 і 2046 млн рр., а K-Ar вік титаністого амфіболу ранньої генерації — 2000 ± 25 млн рр. [21].

Мета роботи — дослідити склад і встановити материнські породи ксенокристів мантійних мінералів із олівінових мельтейгітів і якупірангітів Болярківської інтрузії.

Методи досліджень. Аналіз хімічного складу мантійних мінералів виконано у Технічному центрі НАН України на електронно-зондовому приладі JXA-8200 фірми Jeol (Японія) за стандартною методикою. Для вивчення морфології ксенокристів цих мінералів застосовано наявний в Інституті геохімії, мінералогії та рудотворення (ІГМР) ім. М.П. Семененка НАН України растровий електронний мікроскоп JSM-6700F тієї ж фірми.

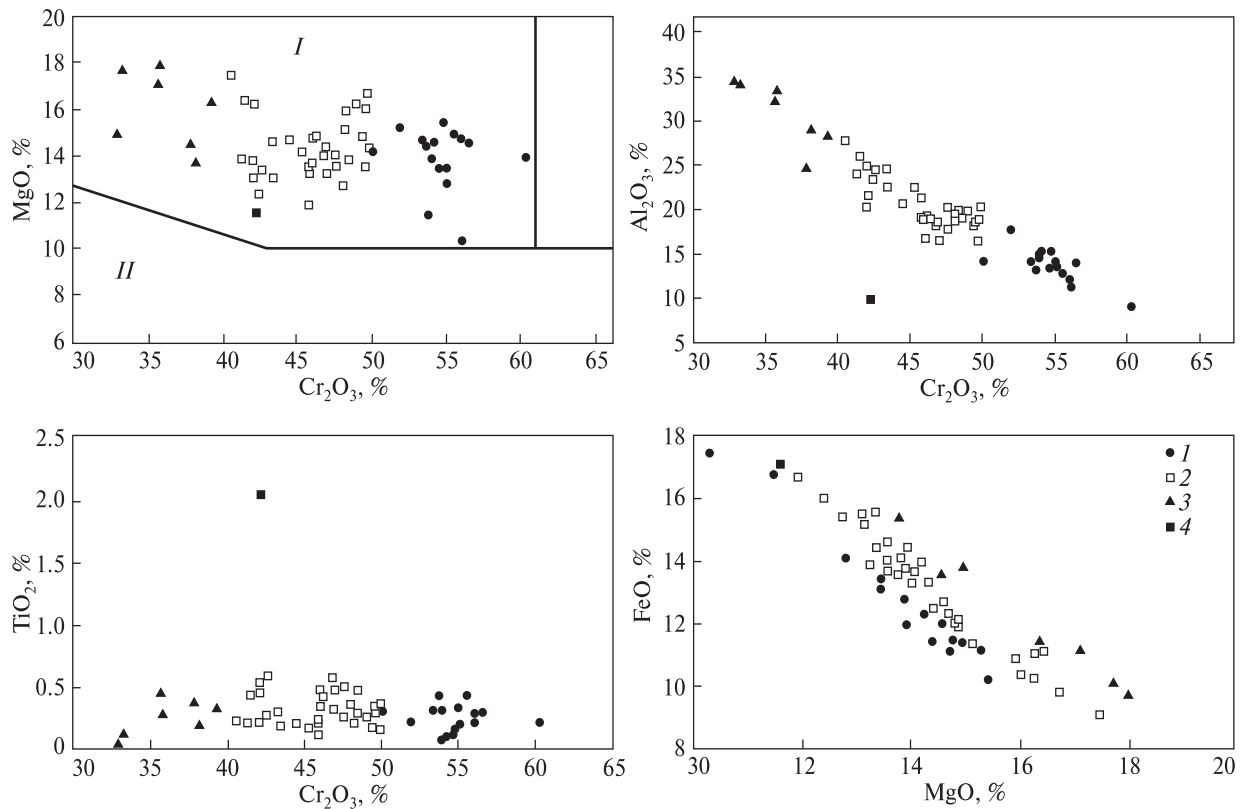


Рис. 3. Діаграми складу ксенокритів хромшпінелідів із олівінових мельтейгітів і якупірангітів Болярківської інтрузії. Поля хромшпінелідів мантійного (I) і корового (II) типів

Fig. 3. Composition diagrams of Cr-spinelide xenocrysts from olivine melteigites and jacupirangites of the Bolyarka intrusion. The fields of Cr-spinelides mantle (I) and crust (II) types are shown

PT параметри рівноваги мантійних мінералів розраховано за допомогою відомих геотермометрів та геобарометрів.

Результати досліджень. В олівінових мельтейгітах і якупірангітах Болярківської інтрузії ідентифіковані ксенокристи мінералів мантійного походження: хромшпінелідів, піропу, хромдіопсиду, олівіну, ортопіроксену. Нижче наведено дані щодо їхнього складу та ймовірних материнських порід.

Хромшпінеліди виявлені в незначній кількості в усіх досліджених пробах і представлені зернами неправильної форми розміром до 1 мм. На багатьох із них збереглися релікти огранки кристалів октаедричного габітусу та реакційні кайми різної товщини (рис. 2). Вони являють собою суміш ксенокритів, хімічний склад центральних частин яких варіює в широких межах, %: Cr_2O_3 — 33–60; MgO — 10–18; Al_2O_3 — 9–35; FeO — 10–17; Fe_2O_3 — 2–10; TiO_2 — <0,6; MnO , ZnO і NiO — <0,3 (табл. 1). За типохімічними ознаками виділено чотири їх різновиди (табл. 1; рис. 3, 4).

До першого різновиду віднесені хромшпінеліди з вмістом Cr_2O_3 від 50 до 60 %. Для них характерні висока магnezіальність (MgO — 10–16 %), помірна залізистість (FeO — 11–17 %, Fe_2O_3 — 2,4–8,5) і глиноземистість (Al_2O_3 — 9–18 %), низька титаністість (TiO_2 — 0,10–0,45 %). Домішки ZnO рідко перевищують 0,1 %. Співвідношення $\text{Cr}/(\text{Cr} + \text{Al}) = 70$ –80. За складом вони відповідають магnezіохроміту (рис. 4, поле I). Серед них є індивіди, подібні за хімічними особливостями до хроміту алмазної асоціації з кімберлітів Якутської провінції. В таких хромітах трапляються включення високомагnezіального олівіну — форстериту (табл. 2; рис. 5, a). Обидва мінерали належать до дуніт-гарцбургітового типу.

Хромшпінеліди другого різновиду кількісно переважають. Вміст основних компонентів у них змінюється, %: Cr_2O_3 — 40–50; MgO — 11–17; Al_2O_3 — 15–26; FeO — 11–17; Fe_2O_3 — 2–9. Всі вони низькотитаністі (TiO_2 — 0,2–0,6 %). За складом це алюмохроміти і субферриальнохроміти (рис. 4, поля IV і IX). У них

Рис. 4. Класифікаційна діаграма хромшпінелідів Г. Соколова [16] для ксенокристів хромшпінелідів мантійного типу з олівінових мельтейгітів і якупірангітів Болярківської інтрузії. *Мінеральні види:* I — пікотит, II — алюмохромпікотит, III — хромпікотит, IV — алюмохроміт, V — хроміт, VI — субферипікотит, VII — субферіалюмохромпікотит, VIII — субферіхромпікотит, IX — субферіалюмохроміт, X — субферіхроміт, XI — феріхромпікотит, XII — феріхроміт

Fig. 4. Classification diagram of Cr-spinelides after G. Sokolov [16] for mantle type Cr-spinelide xenocrysts from olivine melteigites and jacupirangites of the Bolyarka intrusion. *Mineral types:* I — pikotyte, II — alumochrompikotyte, III — chrompikotyte, IV — alumochromite, V — chromite, VI — subferripikotyte, VII — subferrialumochrompikotyte, VIII — subferrihrompikotyte, IX — subferrialumochromite, X — subferrihromite, XI — ferrichrompikotyte, XII — ferrichromite

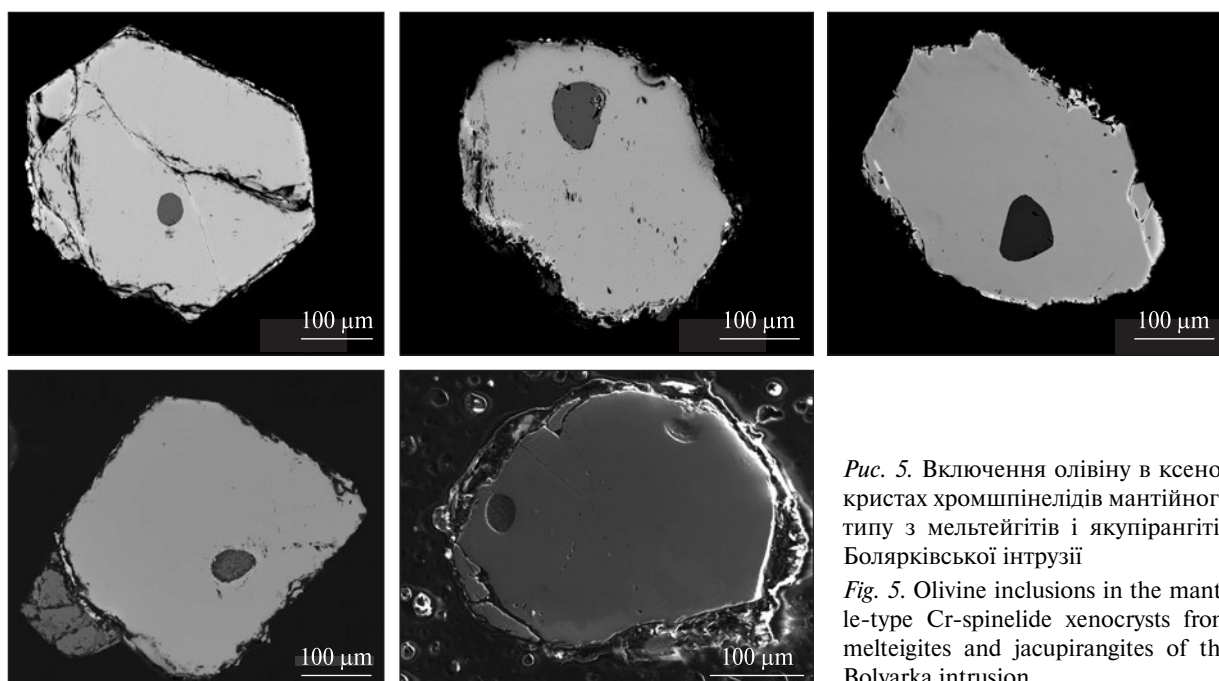
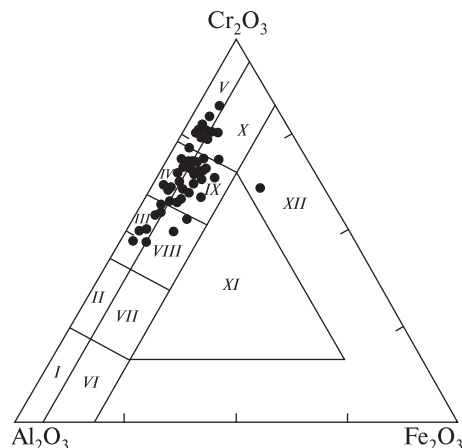


Рис. 5. Включення олівіну в ксенокристах хромшпінелідів мантійного типу з мельтейгітів і якупірангітів Болярківської інтрузії

Fig. 5. Olivine inclusions in the mantle-type Cr-spinelide xenocrysts from melteigites and jacupirangites of the Bolyarka intrusion

зрідка зафіксовано включення магnezіального олівіну та помірнохромистого діопсиду. Такий парагенезис мінералів вказує на те, що їхніми материнськими породами були хромшпінелеві зернисті лерцоліти графіт-піропової фації глибинності, ксеноліти яких досить поширені в кімберлітах Якутії та інших регіонів.

Хромшпінеліди третього різновиду складають 20 % від загальної кількості проаналізованих зерен. Від охарактеризованих вище різновидів вони відрізняються головним чином нижчою концентрацією Cr_2O_3 (32–40 %) і вищою — Al_2O_3 (23–35 %). Вміст FeO , Fe_2O_3 , TiO_2 , NiO , MnO і ZnO залишається майже таким, як у другому різновиді. На класифікаційній діаграмі ці хромшпінеліди потрапляють у поле хромпіко-

титу і субферіхромпікотиту (рис. 4, поля III і VIII). Подібні до них хромшпінеліди є в ксенолітах збагачених клінопіроксеном зернистих лерцолітів із кімберлітів Якутії та інших регіонів.

Хромшпінеліди четвертого різновиду трапляються дуже рідко. Для одного з них характерні помірна хромистість (Cr_2O_3 — 42,2 %) і магnezіальність (MgO — 11,5 %), низька глиноземистість (Al_2O_3 — 9,8 %), підвищені залізистість ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ — 34 %) і титанистість (TiO_2 — 2 %). Причому FeO і Fe_2O_3 містяться майже в однаковій кількості. Цей хромшпінелід істотно відрізняється від інших різновидів за складом і умовами утворення. Він представлений титанистим феріхромітом (рис. 4, поле XII) і кристалізувався у верхній мантії за

Таблиця 1. Хімічний склад ксенокристів хромшпінелідів мантійного типу із олівінових мельтейгітів і якупірангітів Болярківської інтрузії (представницькі аналізи), мас. %

Table 1. Chemical composition of the mantle type chrome-spinele xenocrysts from olivine melteigites and jacupirangites of the Bolyarka intrusion (representative analyses), wt. %

Номер аналізу	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	ZnO	NiO	Сума
<i>Перший різновид</i>										
1	0,23	9,14	60,30	3,63	11,95	0,08	13,91	0,08	0,10	99,42
2	0,30	14,00	56,50	2,57	12,00	0,24	14,57	0,12	0,07	100,37
3	0,29	11,33	56,07	2,72	17,41	0,33	10,28	0,11	0,07	98,61
4	0,22	11,99	56,04	5,95	11,39	0,10	14,75	0,05	0,19	100,69
5	0,44	12,89	55,52	4,67	11,41	0,07	14,92	0,05	0,10	100,08
6	0,20	13,61	55,04	2,69	14,11	0,17	12,76	0,09	0,08	98,75
7	0,34	14,14	54,96	2,68	13,42	0,20	13,45	0,06	0,12	99,37
8	0,16	15,26	54,75	2,37	10,23	0,19	15,39	0,09	0,06	98,50
9	0,13	13,47	54,64	3,63	13,14	0,08	13,42	0,05	0,00	98,56
10	0,10	15,30	54,17	3,23	11,97	0,07	14,57	0,00	0,01	99,42
11	0,08	15,01	53,98	3,33	12,77	0,09	13,88	0,04	0,10	99,28
12	0,31	14,52	53,82	2,85	16,77	0,21	11,46	0,00	0,11	100,05
13	0,43	13,37	53,71	4,23	11,41	0,22	14,40	0,05	0,15	97,96
14	0,31	14,24	53,42	4,45	11,19	0,26	14,71	0,06	0,12	98,76
15	0,22	17,86	51,90	2,61	11,17	0,23	15,24	0,05	0,08	99,35
16	0,31	14,23	50,00	8,56	12,23	0,12	14,24	0,13	0,23	100,05
<i>Другий різновид</i>										
17	0,16	20,43	49,84	2,20	13,34	0,14	14,35	0,03	0,15	100,64
18	0,36	18,80	49,73	5,30	9,78	0,08	16,69	0,06	0,13	100,93
19	0,30	16,60	49,62	6,02	14,01	0,08	13,57	0,03	0,10	100,32
20	0,34	18,70	49,61	4,31	10,33	0,07	16,01	0,06	0,19	99,62
21	0,17	18,28	49,36	5,09	12,15	0,07	14,82	0,10	0,08	100,12
22	0,27	19,94	49,01	4,07	10,23	0,09	16,24	0,12	0,17	100,14
23	0,48	19,11	48,47	3,55	13,76	0,12	13,86	0,14	0,13	99,63
24	0,30	19,92	48,32	4,52	10,90	0,05	15,91	0,05	0,10	100,06
25	0,22	19,43	48,15	3,41	15,42	0,15	12,71	0,06	0,10	99,65
26	0,35	18,77	48,08	4,77	11,35	0,22	15,12	0,04	0,18	98,88
27	0,27	17,81	47,52	6,90	13,31	0,08	14,02	0,10	0,14	100,15
28	0,51	20,28	47,50	3,39	14,59	0,16	13,56	0,19	0,10	100,28
29	0,48	16,60	46,96	7,03	13,90	0,22	13,22	0,13	0,12	98,66
30	0,33	18,67	46,87	5,96	12,47	0,22	14,36	0,16	0,16	99,21
31	0,58	18,37	46,77	6,70	13,68	0,12	14,05	0,14	0,15	100,56
32	0,43	19,32	46,16	5,59	11,93	0,22	14,81	0,00	0,18	98,64
33	0,47	19,39	46,06	5,76	12,03	0,25	14,77	0,14	0,14	99,02
34	0,36	16,76	46,01	9,34	13,60	0,16	13,72	0,03	0,17	100,15
35	0,24	18,90	45,81	7,33	14,43	0,16	13,37	0,15	0,15	100,54
36	0,13	19,11	45,80	6,21	13,65	0,15	13,55	0,07	0,13	98,80
37	0,21	21,40	45,74	3,04	16,71	0,40	11,89	0,09	0,06	99,53
38	0,18	22,77	45,55	2,61	10,46	0,27	15,81	0,05	0,12	97,82
39	0,17	22,57	45,30	3,97	13,91	0,14	14,14	0,06	0,10	100,37
40	0,21	20,69	44,44	6,52	12,28	0,12	14,68	0,07	0,28	99,28
41	0,19	22,52	43,42	5,45	15,49	0,16	13,08	0,13	0,11	100,55
42	0,30	24,59	43,32	1,77	12,67	0,27	14,59	0,14	0,07	97,72
43	0,59	24,54	42,53	2,88	15,53	0,17	13,33	0,18	0,13	99,88
44	0,27	23,51	42,43	3,31	16,00	0,37	12,38	0,07	0,10	98,43
45	0,54	21,62	42,13	6,46	15,15	0,14	13,11	0,16	0,23	99,55
46	0,22	24,92	42,01	5,88	11,08	0,11	16,27	0,11	0,17	100,77

Закінчення табл. 1

The end of Table 1

Номер аналізу	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	ZnO	NiO	Сума
47	0,46	20,36	41,95	9,12	14,09	0,14	13,79	0,05	0,26	100,21
48	0,44	26,04	41,52	4,41	11,13	0,07	16,39	0,13	0,23	100,36
49	0,21	24,01	41,28	5,77	14,38	0,11	13,89	0,04	0,12	99,82
50	0,23	27,78	40,55	3,09	9,09	0,09	17,45	0,16	0,12	98,56
<i>Третій різновид</i>										
51	0,34	28,40	39,25	3,86	11,42	0,16	16,35	0,06	0,14	99,98
52	0,20	29,10	38,16	2,83	15,41	0,15	13,75	0,12	0,00	99,71
53	0,38	24,73	37,81	8,70	13,57	0,07	14,54	0,06	0,30	100,16
54	0,29	33,46	35,73	2,30	9,73	0,11	17,95	0,01	0,18	99,76
55	0,46	32,24	35,64	3,18	11,14	0,08	17,11	0,12	0,00	99,97
56	0,13	34,14	33,22	4,75	10,12	0,10	17,69	0,14	0,26	100,55
57	0,05	34,51	32,86	2,00	13,81	0,12	14,94	0,19	0,11	98,59
<i>Четвертий різновид</i>										
58	2,05	9,80	42,25	16,87	17,05	0,22	11,57	0,12	0,16	100,09

Таблиця 2. Хімічний склад ксенокристів хромшпінелідів мантійного типу із олівінових мельтейгітів і якупірангітів Болярківської інтрузії та включень у них олівіну і хромдіопсиду, мас. %

Table 2. Chemical composition of the mantle type chrome-spinele xenocrysts and inclusion in the olivine and chromdiopside from olivine melteigites and jacupirangites of the Bolyarka intrusion, wt. %

Зерно	1		2		3		4		5	
	Магнезіо-хроміт	Олівін	Магнезіо-хроміт	Олівін	Алюмо-хроміт	Олівін	Алюмо-хроміт	Олівін	Алюмо-хроміт	Хромдіопсид
SiO ₂	—	41,20	—	40,91	—	41,04	—	40,97	—	52,83
TiO ₂	0,23	—	0,30	—	0,18	—	0,36	—	0,31	0,29
Al ₂ O ₃	9,14	—	14,00	—	22,77	—	24,05	—	14,23	1,51
Cr ₂ O ₃	60,30	—	56,50	—	45,55	—	41,16	—	50,00	0,71
Fe ₂ O ₃	3,60	—	1,99	—	2,61	—	4,05	—	8,56	—
FeO	11,98	6,22	12,16	7,54	10,46	7,77	13,14	9,22	12,23	5,91
MnO	0,08	0,08	0,24	0,12	0,27	0,18	0,23	0,14	0,12	0,17
MgO	13,91	52,33	14,57	50,80	15,81	49,62	14,17	48,73	14,24	14,52
CaO	—	0,10	—	0,09	—	0,09	—	0,19	—	22,14
Na ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,34
NiO	0,12	0,41	0,07	0,42	0,12	0,36	0,21	0,30	0,23	—
ZnO	—	—	0,12	—	0,05	—	0,05	—	0,13	—
Сума	99,00	100,34	99,75	99,88	97,82	99,06	97,01	99,55	100,05	99,42
Si	—	0,992	—	0,997	—	—	—	—	—	1,96
Ti	0,005	—	0,0071	—	0,0042	—	0,008	—	0,007	0,008
Al	0,350	—	0,5228	—	0,825	—	0,879	—	0,530	0,066
Cr	1,550	—	1,4154	—	1,106	—	1,009	—	1,251	0,021
Fe ³⁺	0,088	—	0,0475	—	0,060	—	0,094	—	0,204	—
Fe ²⁺	0,326	0,125	0,3221	0,153	0,269	0,159	0,341	0,189	0,323	0,184
Mn	0,002	0,001	0,0064	0,004	0,007	0,004	0,006	0,003	0,003	0,005
Mg	0,674	1,878	0,674	1,814	0,724	1,814	0,655	1,784	0,672	0,805
Ca	—	0,002	—	0,002	—	0,002	—	0,005	—	0,882
Na	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,097
Ni	0,003	0,008	0,008	0,0071	0,003	0,007	0,005	0,006	0,006	—
Zn	—	—	0,003	—	0,001	—	0,001	—	0,003	—

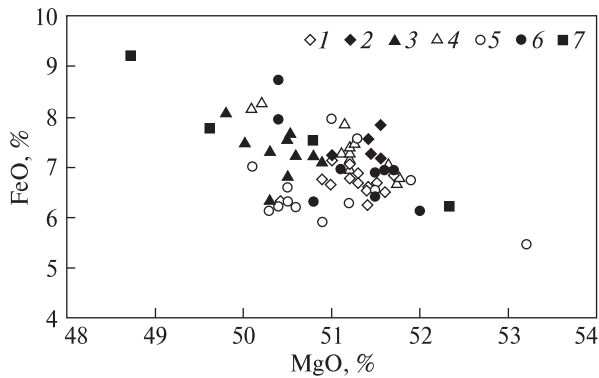


Рис. 6. Діаграма MgO — FeO для ксенокристів олівину із мельтейгітів і якупірангітів Болярківської інтрузії та олівину алмазної асоціації з кімберлітів Архангельської і Якутської провінцій. Включення олівину в алмазах із кімберлітів трубок ім. Ломоносова (1), ім. В. Гриба (2) і Мир (5); олівін із ксенолітів алмазонасних перидотитів кімберлітових трубок ім. Ломоносова (3), ім. В. Гриба (4) і Удачная (6); включення олівину в ксенокристах магнезіохроміту з Болярківської інтрузії (7). Під час побудови діаграми використані аналізи олівину із робіт [1, 4, 15]

Fig. 6. Diagrame MgO — FeO for olivine xenocrysts from melteigites and jacupirangites of the Bolyarka intrusion and from diamond association olivine of kimberlites from Arkhangelsk and Yakutian provinces. Olivine inclusion in

diamonds from kimberlite of Lomonosov pipe (1), V. Grib pipe (2) and Mir pipe (5); olivine of diamondiferous peridotite xenoliths from kimberlite Lomonosov pipe (3), V. Grib pipe (4) and Udachnaya pipe (6); olivine inclusion in xenocrysts of magneziokhromite from the Bolyarka intrusion (7). In this diagrams analyses of olivine [1, 4, 15] have been used

високої фугітності кисню. Материнською породою для нього був, мабуть, катаклазований лерцоліт, ксеноліти якого відомі в кімберлітових трубках Якутської та інших провінцій.

Майже на всіх ксенокристах хромшпінелідів наявні облямівки різної товщини. Вони утворилися в результаті їхньої взаємодії з вихідним для Болярківської інтрузії лужно-ультраосновним розплавом. Висока температура і хімічна агресивність останнього спричинили істотні зміни структури і хімічного складу периферійних ділянок ксенокристів хромшпінелідів. Як видно з наведених у табл. 3 даних, загальна тенденція цих змін така: а) інтенсивний винос Mg, Al і Cr із хромшпінелідів у лужно-ультраосновний розплав і привнесення з нього в реакційну зону значної кількості Mn і Zn; б) накопичення в реакційній зоні Fe²⁺ і Fe³⁺, збагачення Mn і Zn новоутворених високозалізистих

хромшпінелідів і хромистих магнетитів. Зауважимо, що характер зазначених змін мало залежить від первинного складу хромшпінелідів. Вони відбувалися на етапі становлення інтрузії в гіпабісальних умовах, коли найбільш активно проявлялися процеси автометасоматозу і окиснення.

Крім охарактеризованих ксенокристів хромшпінелідів у олівінових мельтейгітах і якупірангітах Болярківської інтрузії встановлено ще й фенокристи хромшпінелідів, які кристалізувалися безпосередньо із вихідного для цієї інтрузії лужно-ультраосновного розплаву. Вони містять включення нефеліну, сублужних і лужних амфіболів, хромдіопсиду та флогопіту, які за хімічним складом подібні до однойменних породоутворювальних мінералів мельтейгітів і якупірангітів. Фенокристні хромшпінеліди і особливо їхні периферійні ділянки часто зба-

Таблиця 3. Хімічний склад ксенокристів хромшпінелідів і реакційних облямівок на них із олівінових мельтейгітів і якупірангітів Болярківської інтрузії, мас. %

Table 3. Chemical composition of chrome-spinele xenocrysts and their reaction rims from olivine melteigites and jacupirangites of the Bolyarka intrusion, wt. %

Зерно	1		2		3		4		5		6		7		8	
	центр	край	центр	край	центр	край	центр	край	центр	край	центр	край	центр	край	центр	край
TiO ₂	0,34	0,50	0,84	0,75	0,16	0,02	0,30	0,38	0,27	0,14	0,17	0,05	0,76	0,19	0,20	0,41
Al ₂ O ₃	14,14	0,03	15,51	13,61	20,43	0,12	16,60	0,89	17,81	7,52	22,57	0,43	24,35	2,48	27,04	2,83
Cr ₂ O ₃	54,96	3,44	50,45	46,21	49,84	7,34	49,62	30,59	47,52	36,39	45,30	16,67	41,35	30,76	36,43	29,94
Fe ₂ O ₃	2,68	65,90	5,74	4,50	2,20	60,67	6,02	35,04	6,90	19,85	3,97	49,19	3,72	0,00	4,79	0,00
FeO	13,42	30,92	12,25	25,83	13,34	29,51	14,01	24,42	13,31	20,66	13,91	26,05	14,78	51,09	18,67	53,35
MnO	0,20	0,08	0,08	2,81	0,14	0,91	0,08	5,66	0,08	5,65	0,14	2,91	0,19	3,15	0,29	3,11
MgO	13,45	0,01	14,85	2,58	14,35	0,04	13,57	0,14	14,02	0,28	14,14	0,05	14,16	1,38	11,44	0,38
NiO	0,12	0,20	0,01	0,06	0,15	0,12	0,10	0,04	0,14	0,06	0,10	0,22	0,14	0,07	0,17	0,01
ZnO	0,06	0,09	0,07	1,67	0,03	0,30	0,03	1,24	0,10	5,37	0,06	1,25	0,11	2,27	0,15	2,34
Сума	99,37	101,17	99,80	98,02	100,64	99,03	100,32	98,40	100,15	95,93	100,36	96,82	99,57	91,38	99,18	92,38

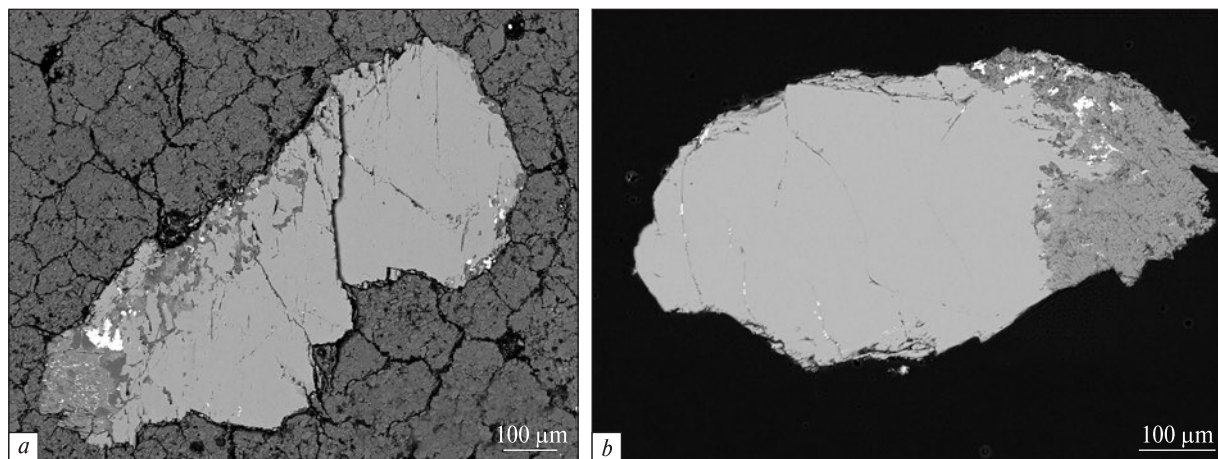


Рис. 7. Реакційні контакти: *a* — ксенокристів клінопіроксену (світла фаза) з нефеліном (темна) в олівінових мельтейгітах і якупірангітах Болярківської інтрузії; *b* — ортопіроксену з лужним амфіболом в олівінових мельтейгітах і якупірангітах Болярківської інтрузії

Fig. 7. Reaction contacts: *a* — of clinopyroxene xenocrysts (light phase) and nepheline (dark phase) in olivine melteigites and jacupirangites of the Bolyarka intrusion; *b* — orthopyroxene xenocrysts and alkaline amphibole in olivine melteigites and jacupirangites of the Bolyarka intrusion

гачені MnO (до 1—3 %), а іноді й ZnO (до 0,6—2,0 %). Такі ж різновиди хромшпінелідів виявлені нами в конгломератах і пісковиках білокоровицької світи. Ці знахідки вказують на те, що продукти руйнування лужно-ультраосновних порід брали участь у формуванні кластогенних відкладів білокоровицької світи. Більш детальна інформація про склад фенокристних хромшпінелідів і мінеральних включень у них із Болярківської інтрузії буде викладена в окремій публікації.

Олівін у вигляді досить свіжих включень виявлено у ксенокристах магнезіо- і алюмохроміту із мельтейгітів і якупірангітів Болярківської інтрузії (рис. 5). Включення — поодинокі кристали розміром від 10 до 70 мкм. Два кристали олівіну на зрізі мають форму правильних шестикутників. За морфологією вони подібні до зрізів кристалів олівіну призматично-пінакоїдального габітусу. Згідно з експериментальними даними [24], ізометричні кристали олівіну утворюються в умовах, близьких до температури солідусу вихідного розплаву. Включення двох інших кристалів олівіну нагадують за формою зрізи кристалів хроміту. Мікросондовий аналіз олівіну показав, що кожне з включень має однорідний склад і всі вони представлені високомагнезіальним форстеритом (табл. 2). Включення із різних хромітів розрізняються за складом. Наймагнезіальніший форстерит (Fo = 94 мол. %) з вмістом 0,41 % NiO асоціює з найбільш хромистим і найменш глиноземис-

тим магнезіохромітом (Cr₂O₃ — 60,3, Al₂O₃ — 9,1). Обидва вони за складом відповідають однойменним мінералам-включенням в алмазах із кімберлітів Архангельської та Якутської провінцій (рис. 6). Включення ж олівіну в алюмохроміті представлені більш залістим форстеритом (Fo = 91—92 мол. %). На діаграмі MgO — FeO вони не потрапляють у поле олівіну з включень в алмазах та з ксенолітів алмазоносних дунітів і гарцбургітів названих провінцій.

Таким чином, є вагомі підстави вважати високохромисті магнезіохроміти і включені в них високомагнезіальні олівіни сингенетичними мінералами. Вони кристалізувались у рівноважних умовах за високих значень *PT* параметрів і низької фугітивності кисню. Їхні типохімічні ознаки вказують на те, що у верхній мантії під північно-східною частиною Новоград-Волинського блоку наявні потенційно алмазоносні дуніти і гарцбургіти.

Клінопіроксени мантійного типу значно поширені в досліджених олівінових мельтейгітах і якупірангітах, де представлені переважно фенокристами. Разом з останніми в цих породах іноді трапляються й ксенокристи клінопіроксену. На жаль, впевнено ідентифікувати їх вдається не завжди. Деякі з них мають реакційні контакти з породоутворювальними мінералами, зокрема з нефеліном і лужними амфіболами (рис. 7, *a*), що свідчить про їх нерівноважність з лужно-ультраосновним розплавом. Без сумніву, мантійним є клінопіроксен, первин-

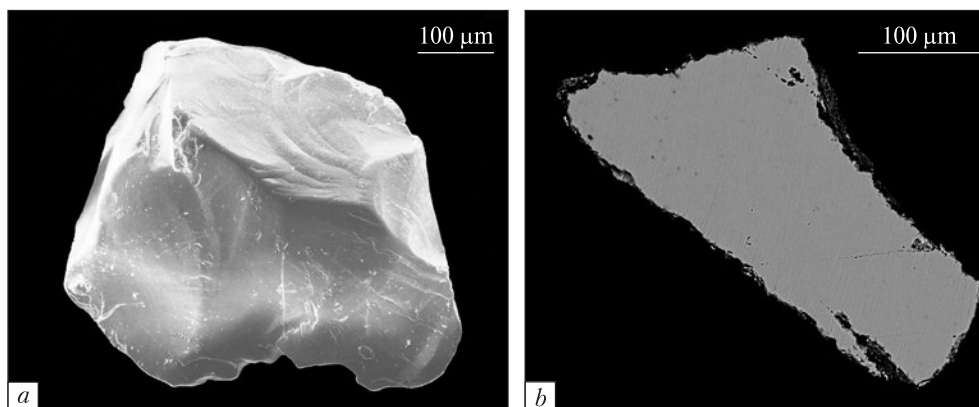


Рис. 8. Морфологія ксенокристів піропу з олівінових мельтейгітів і якупірангітів Болярківської (а) і Городницької (б) інтрузії

Fig. 8. Morphology of pyrope xenocrysts from olivine melteigites and jacupirangites of the Bolyarka (a) and the Horodnytsya (b) intrusions

не включення якого знайдено в ксенокристі високомагнезійного алюмохроміту (табл. 2, ан. 5). За складом це помірнозалізистий хромдіоксид (Cr_2O_3 — 0,71 %, $f = 18,6$). У ньому встановлено підвищений вміст Al_2O_3 (1,5 %),

Таблиця 4. Хімічний склад ксенокристів ортопіроксену з олівінових мельтейгітів і якупірангітів Болярківської (1, 2) інтрузії, мас. %

Table 4. Chemical composition of orthopyroxene xenocrysts from olivine melteigites and jacupirangites of the Bolyarka (1, 2) intrusion, wt. %

Компонент	1	2
SiO_2	53,91	53,49
TiO_2	0,31	0,29
Al_2O_3	3,99	4,12
Cr_2O_3	0,23	0,22
FeO	12,04	11,97
MnO	0,24	0,19
MgO	28,26	28,46
CaO	0,92	1,06
Na_2O	0,04	0,04
NiO	0,04	0,03
Сума	99,98	99,87
Si	1,914	1,902
Ti	0,008	0,008
Al_{IV}	0,087	0,098
Al_{VI}	0,080	0,075
Cr	0,007	0,006
Fe^{2+}	0,357	0,356
Mn	0,007	0,006
Mg	1,495	1,509
Ca	0,035	0,040
Na	0,003	0,003
f	19,3	19,1

Na_2O (1,34 %), FeO (2,8 %) і Fe_2O_3 (3,4 %). TiO_2 становить 0,29 %. Алюміній входить до складу жадеїтового і частково юрїїтового компонентів, $\text{Ca}/(\text{Ca} + \text{Mg}) = 52,3$. Материнською породою цього хромдіоксиду був хромшпінель-піроповий лерцоліт графіт-піропової фації глибинності.

Ортопіроксен діагностований в олівінових мельтейгітах і якупірангітах Болярківської інтрузії у вигляді окремих ксенокристів неправильної форми, які мають реакційні контакти з породотворювальними мінералами (рис. 7, б). Як видно з табл. 4, за складом він відповідає глиноземистому бронзиту (Al_2O_3 — 4,0—4,1 %, FeO — 11,9—12,0). Для нього характерний підвищений вміст CaO (0,92—1,06 %), Cr_2O_3 (0,22—0,23 %), MnO (0,19—0,24 %) і TiO_2 (0,29—0,31 %). Його материнськими породами були хромшпінель-піропові зернисті лерцоліти або піроксеніти.

Піроп у лужно-ультраосновних породах України виявлено вперше. Його ксенокристи відомі в олівінових мельтейгітах і якупірангітах Болярківської та Городницької інтрузій. Піроп із Болярківської інтрузії має розмір 0,7 мм. Це уламок зерна рожевого кольору, на якому збереглися скульптури реакційно-магматичного походження (рис. 8). Він представлений низькохромистим різновидом (Cr_2O_3 — 2,14 %) з помірним вмістом CaO (4,3 %) та дещо підвищеним MnO (0,43 %) і TiO_2 (0,3 %) (табл. 5). Піроповий компонент складає 70 мол. %, а кнорингітовий відсутній.

Для порівняння в табл. 5 наведено результати мікрозондового аналізу двох піропів із Городницької інтрузії. Від піропу з Болярківської

інтрузії вони відрізняються ліловим кольором, значно більшим вмістом Cr_2O_3 (6,2–6,3 %) і CaO (6,1–6,2 %) та меншим Al_2O_3 (18,6–19,0 %). У них піроповий компонент становить 68–69 мол. %, уваровітовий — 14–15, кнорингітовий — 4. На діаграмі Cr_2O_3 — CaO піропи з обох інтрузій потрапляють у поле піропів із ксенолітів зернистих лерцолітів графіт-піропової фації глибинності з кімберлітів.

Обговорення результатів. Наведені вище дані щодо хімічного складу ксенокристів мантійних мінералів, ідентифікованих в олівінових мельтейгітах і якупірангітах Болярківської інтрузії, дозволили не лише встановити петротипи їхніх материнських порід, а й оцінити термодинамічні умови утворення останніх за допомогою мінеральних геотермометрів і геобарометрів.

Із ксенокристних мантійних мінералів у олівінових мельтейгітах і якупірангітах цієї інтрузії найчастіше трапляються *хромшпінеліди*. Вони представлені різними за складом індивідами, які на діаграмах MgO — FeO , Cr_2O_3 — Al_2O_3 і Cr_2O_3 — Al_2O_3 — Fe_2O_3 утворюють досить чіткі лінійні тренди (рис. 3, 4). Виняток становить один ферихроміт (табл. 1, ан. 58). Як і всі інші досліджені хромшпінеліди, він потрапляє на діаграмі Cr_2O_3 — MgO в поле хромшпінелідів мантійного типу. Характерна його особливість — значно підвищений вміст TiO_2 (2,05 %), Fe_2O_3 (16,87 %) та ульвошпінелевого компонента.

Висока магнезальність хромшпінелідів і майже лінійна обернена залежність між вмістом MgO і FeO та Cr_2O_3 і Al_2O_3 дозволяють вважати, що вони утворилися в результаті кристалізаційної диференціації єдиної магми ультраосновного складу у ході зменшення PT параметрів і зростання фугітивності кисню. Судячи зі складу хромшпінелідів, зміна мантійних порід знизу вгору за розрізом відбувалася поступово в напрямку дуніт — гарцбургіт — лерцоліт — піроксеніт. Склад хромшпінелідів відображає зміну термобаричного режиму верхньої мантії, починаючи з часу формування материнських порід і до початку генерації вихідного для Болярківської інтрузії лужно-ультраосновного розплаву. Типохімічні ознаки ксенокристних хромшпінелідів дозволяють зробити висновок про те, що породи верхньої мантії цього району деплетовані, але в різній мірі. Найбільш магнезальними і, відповідно, найбільш деплетованими є дуніти і гарцбургіти. Саме вони були материнськими порода-

Таблиця 5. Хімічний склад ксенокристів піропу з олівінових мельтейгітів і якупірангітів Болярківської (1) і Городницької (2, 3) інтрузій, мас. %
Table 5. Chemical composition of pyrope xenocrysts from olivine melteigites and jacupirangites of the Bolyarka (1) and the Gorodnytsya (2, 3) intrusion, wt. %

Компонент	1	2	3
SiO_2	42,36	41,51	41,19
TiO_2	0,30	0,31	0,33
Al_2O_3	22,12	19,03	18,60
Cr_2O_3	2,14	6,25	6,33
Fe_2O_3	—	0,63	0,98
FeO	8,53	7,00	6,50
MnO	0,43	0,38	0,36
MgO	19,68	19,32	19,48
CaO	4,30	6,21	6,14
Na_2O	Не визн.	0,03	0,02
Сума	99,86	100,67	99,97
Si	3,021	3,000	3,000
Ti	0,016	0,017	0,018
Al	1,859	1,613	1,587
Cr	0,121	0,355	0,3652
Fe^{3+}	—	0,034	0,053
Fe^{2+}	0,509	0,421	0,394
Mn	0,026	0,023	0,022
Mg	2,092	2,071	2,103
Ca	0,329	0,478	0,476
<i>f</i>	19,6	17,5	15,8

ми для високохромистих магнезіохромітів з включеннями форстериту, збагаченого NiO . Ці мінерали за складом дуже подібні до однойменних мінералів-включень в алмазах із кімберлітів Якутської, Архангельської та інших провінцій світу. Їхня наявність в олівінових мельтейгітах і якупірангітах Болярківської інтрузії вказує на можливу алмазоносність останньої.

Розрахована за шпінель-олівіновим геотермометром Дж. Фабрі [26] температура рівноваги двох пар магнезіохроміт — форстерит (табл. 2, ан 1, 2) становить 953 і 979 °С. Дещо менші значення температури (881 і 946 °С) отримані для них за олівін-хромшпінелевим термометром, відкаліброваним Е. Джексоном. Для пар алюмохроміт — форстерит (табл. 2, ан. 3, 4) температура рівноваги становить 980 і 936 °С за геотермометром Дж. Фабрі та 1034 і 919 °С за геотермометром Е. Джексона.

Крім олівіну в одному з алюмохромітів виявлено первинне включення низькоглиноземистого хромдіюсиду помірної залізистості з підвищеним вмістом Na_2O (1,34 %) і TiO_2 (0,29 %). Згідно з розрахунками за методом Дж. Мерсьє

[30], цей хромдіопсид знаходився у рівновазі з алюмохромітом за $T = 937\text{ }^\circ\text{C}$ і $P = 2,8\text{ ГПа}$.

Якщо "спроєктувати" всі визначені значення температури на характерну для ксенолітів піропових перидотитів геотерму 40 мВт/м^2 , то на діаграмі в координатах PT вони розмістяться поблизу перетину цієї геотерми з лінією рівноваги графіт — алмаз, але не попадають у так зване алмазне температурне вікно. Це дозволяє прогнозувати, що ксенокристи магнезіохроміту і алюмохроміту з включеннями форстериту винесені вихідним для Болярківської інтрузії лужно-ультраосновним розплавом з глибини понад 130 км . Материнськими породами для магнезіохроміту були піропвмісні дуніти і гарцбургіти, для алюмохроміту — зернисті піропові лерцоліти з низьким вмістом клінопіроксену, для хромпікотиту — зернисті піропові лерцоліти з підвищеним вмістом клінопіроксену.

Як зазначено вище, ортопіроксен представлений низькозалістим бронзитом, збагаченим глиноземом (Al_2O_3 — $3,99$ і $4,12\%$). В ньому Al_{IV} кількісно дещо переважає над Al_{VI} : відповідно, $0,080$ і $0,098$ та $0,075$ і $0,080$ ф. од. Підвищений вміст Al_2O_3 та наявність домішок Cr_2O_3 ($0,22$ — $0,23\%$) і Na_2O у бронзиті вказують на те, що він знаходився в материнських породах у парагенезисі з високоглиноземистим хромшпінелідом, низькохромистими піропом і діопсидом. Для оцінки температури рівноваги бронзиту з цими мінералами використано рівняння Т. Сахтлебена і Г. Сека [32]. Розрахунки показали, що один ксенокрист бронзиту утворився за температури $1068\text{ }^\circ\text{C}$, а другий — 1099 . Близькі значення температури рівноваги бронзитів отримані також за ортопіроксеновим геотермометром Дж. Мерсьє [30] — відповідно, 1097 і $1125\text{ }^\circ\text{C}$. За ортопіроксеновим геобарометром того ж дослідника тиск під час кристалізації бронзиту становив $2,5$ — $2,6\text{ ГПа}$. Для уточнення величини тиску ми скористалися діаграмою І. Мак-Грегора [29], яка враховує залежність вмісту Al_2O_3 в ортопіроксені, рівноважному з хромшпінелідом та піропом, від PT умов утворення. Згідно з цією діаграмою, за вмістом 4% Al_2O_3 в ортопіроксені та температурою кристалізації його $1100\text{ }^\circ\text{C}$ тиск був $2,5\text{ ГПа}$. Такі дані узгоджуються з результатами синтезу в системі $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ за $T = 900$ — $1600\text{ }^\circ\text{C}$ і $P = 1,5$ — $4,0\text{ ГПа}$, які наведено в роботі Д. Перкінса, Т. Холленда і Р. Ньютона [31].

Виходячи з вказаного значення тиску і вмісту Са в бронзиті ($0,035$ і $0,040$ ф. од.), нами розрахо-

вана за Са-ортопіроксеновим геотермометром Г. Брея і Т. Кехлера [25] температура рівноваги його з піропом і хромшпінелідом, які, ймовірно, можуть з ним співіснувати. Вона становила для одного ксенокриста $1090\text{ }^\circ\text{C}$, для другого — 1135 .

Отже, за допомогою різних геотермометрів і геобарометрів отримано близькі значення тиску і температури утворення обох ксенокристів глиноземистого бронзиту, ідентифікованих у мельтейгітах і якупірангітах Болярківської інтрузії. З високою вірогідністю можна вважати, що вони є продуктами дезінтеграції хромшпінель-піропових зернистих лерцолітів або піроксенітів графіт-піропової фації та винесені з глибини понад 80 км .

Для оцінки термодинамічних умов утворення піропів широко використовують їхні типохімічні особливості, а для ідентифікації материнських порід — ще і наявність у них включень мінералів, що з ними співіснують. На жаль, ксенокристи піропу в олівінових мельтейгітах і якупірангітах Болярківської та Городницької інтрузій встановлені лише в одиничних зернах і в них відсутні видимі мінеральні включення. Із типохімічних ознак найбільше індикативне значення для піропів має вміст Cr_2O_3 і СаО. За цією ознакою їх ділять на різновиди лерцолітового, верлітового і дуніт-гарцбургітового парагенезисів.

Ксенокристні піропи із досліджених нами лужно-ультраосновних порід за складом відповідають піропам із зернистих лерцолітів, ксеноліти яких значно поширені в кімберлітах різних провінцій світу. На відомій діаграмі $\text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{CaO}$ вони попадають у поле піропів саме цього парагенезису. Враховуючи наявність вперше встановленої М.В. Соболевим [14] прямої кореляційної залежності між вмістом Cr_2O_3 і СаО в піропах лерцолітового типу, Г. Грюттер та ін. [28] запропонували емпіричний Cr-Са піроповий барометр для геотерми 38 мВт/м^2 і відповідні рівняння для розрахунку тиску, за якого кристалізувався піроп. За цим барометром піроп із Болярківської інтрузії утворився за $P = 2,1\text{ ГПа}$, а піропи із Городницької інтрузії — $3,0$ — $3,1$.

Досить прості поліноміальні рівняння для оцінки термобарометричних умов утворення піропів за вмістом в них Cr_2O_3 і СаО започаткували О.І. Туркін і М.В. Соболев [17] на підставі узагальнення експериментальних робіт за високим значенням PT у модельній системі $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{Cr}_2\text{O}_3$. Вони рекомендували ви-

користувати їх для піропів гарцбургітового і лерцолітового парагенезисів, у яких співвідношення $\text{CaO}/\text{Cr}_2\text{O}_3 < 0,90$. У піропах із олівінових мельтейгітів і якупірангітів Болярківської та Городницької інтрузій співвідношення $\text{CaO}/\text{Cr}_2\text{O}_3$ становить, відповідно, 2,0 і 0,97–0,99, а тому застосувати ці рівняння ми не змогли.

І.Ю. Малиновський зі співавторами [12] вперше експериментально встановили, а багато інших дослідників пізніше підтвердили, що вміст кнорингітового компонента в піропі збільшується з підвищенням температури і тиску. Вони показали, що піропи з вмістом кнорингітового компонента 10 мол. % утворилися за $P = 3,8$ ГПа і $T = 1000$ °С, а піропи без кнорингітового компонента — за $P = 17$ ГПа і $T = 900$ °С. Виходячи з цього і враховуючи, що піроп із Болярківської інтрузії не містить кнорингітового компонента, тиск під час його утворення не перевищував 2,0 ГПа, а для піропів із Городницької інтрузії з вмістом кнорингітового компонента 4 мол. % — становив 2,6 ГПа. Високий вміст уваровітового компонента в останньому підтверджує низькобаричні умови його кристалізації.

Для оцінки температури рівноваги піропів із олівіном, хромшпінелідом та ортопіроксеном в перидотитах використовують зокрема Ніттермометр, який запропонував В. Гріффін зі співавторами [27]. Для цього потрібно знати вміст Ni у кожному з піропів, визначений методом *LA ICP-MS*. Такі дані щодо ксенокристів піропів із олівінових мельтейгітів і якупірангітів Болярківської та Городницької інтрузій поки що не отримано і тому значення температури їхнього утворення залишається нез'ясованим.

Прийнято вважати, що збагачені TiO_2 піропи є високотемпературними утвореннями, а піропи з підвищеним вмістом MnO — низькотемпературними. Досліджені нами ксенокристні піропи із олівінових мельтейгітів і якупірангітів Болярківської та Городницької інтрузій містять ці компоненти приблизно в рівних кількостях, хоча за вмістом інших компонентів істотно розрізняються. Перші — низькохромисті помірнокальцієві, другі — середньохромисті, з підвищеним вмістом CaO (6,1–6,2 %) і FeO. У перших кнорингітовий компонент відсутній, у других складає 4 мол. %. Тобто ці піропи утворилися за різних і порівняно низьких значень P і T .

Висновки. 1. Олівінові мельтейгіти і якупірангіти Болярківської інтрузії належать до гіп-абісальної фації. У цих породах встановлено верхньомантіїні мінерали: піроп, хромшпінеліди, хромдіопсид, олівін, бронзит. Всі вони — продукти дезінтеграції (ксенокристи) різноглибинних піропових перидотитів.

Наявність серед них магнезіохроміту і олівіну алмазної асоціації вказує на те, що вихідний для інтрузії лужно-ультраосновний розплав утворився в області термодинамічної стабільності алмазу.

2. Олівінові мельтейгіти і якупірангіти Болярківської інтрузії є нетрадиційним корінним джерелом піропу, хромшпінелідів, хромдіопсиду та деяких інших верхньомантіїних мінералів, у тому числі й алмазу, у теригенні відкладі білокоровицької світи.

3. Болярківська інтрузія олівінових мельтейгітів і якупірангітів приурочена до однойменного мантійного розлому північно-східного простягання і з ним можуть бути пов'язані прояви кімберлітів та споріднених порід.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Архангельская* алмазоносная провинция (геология, петрография, геохимия и минералогия) / Под ред. О.А. Богатикова. — М. : Изд-во МГУ, 1999. — 524 с.
2. *Гейко Ю.В., Гурский Д.С., Лыков Л.И., Металиди В.С., Павлюк В.Н., Приходько В.Л., Цымбал С.Н., Шимкив Л.М.* Перспективы коренной алмазоносности Украины. — Киев-Львов : Центр Европы, 2006. — 200 с.
3. *Гейко Ю.В., Металиди И.С., Приходько В.Л.* Перспективы алмазоносности северо-западной части Украинского щита // *Мінер. ресурси України*. — 1999. — № 3. — С. 13–15.
4. *Илупин И.П., Ваганов В.И., Прокопчук Б.И.* Кимберлиты : Справ. — М. : Недра, 1990. — 248 с.
5. *Льченко К.О.* Домішкові дефекти і генетичні особливості мікроалмазів Українського щита (за спектроскопічними даними) : Автореф. дис. ... канд. геол. наук. — К., 2008. — 21 с.
6. *Льченко К.О., Квасниця В.М., Таран М.М., Козар М.А., Павлюк В.М., Цымбал Ю.С.* Дефектні центри дрібних алмазів України (за даними інфрачервоної спектроскопії) // *Мінерал. журн.* — 2003. — **25**, № 5/6. — С. 108–120.
7. *Льченко К.О., Квасниця В.М., Таран М.М.* Мікроалмази із кімберлітів і розсипні алмази України: їх особливості за даними інфрачервоної спектроскопії // *Зап. УМТ*. — 2007. — Вип. 4. — С. 13–37.
8. *Квасниця В.Н.* Алмазы юго-западной части Восточно-Европейской платформы // *Геология алмазов — настоящее и будущее*. — Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2005. — С. 667–674.

9. Квасниця В.М., Таран М.М., Вірт Р., Віденбек М., Томас Р., Гльченко К.О., Лупашко Т.М. Нові дані про українські алмази // Мінерал. журн. — 2005. — 27, № 4. — С. 47—58.
10. Кривдик С.Г., Цымбал С.Н., Гейко Ю.В. Протерозойский щелочно-ультраосновной магматизм северо-западной части Украинского щита как индикатор кимберлитообразования // Мінерал. журн. — 2003. — 25, № 5/6. — С. 57—69.
11. Лупашко Т.М., Таращан А.М., Гльченко К.О., Квасниця В.М., Таран М.М., Цимбал Ю.С. Зіставлення даних фотолюмінесценції та ІЧ-поглинання дрібних алмазів України // Мінерал. журн. — 2003. — 25, № 5/6. — С. 121—129.
12. Малиновский И.Ю., Дорошев А.М., Ран Э.Н. Устойчивость хромсодержащих гранатов ряда пироп-кноррингит // Экспериментальные исследования по минералогии (1974—1975) / Под ред. В.С. Соболева, А.А. Годовикова. — Новосибирск : ИГиГ АН СССР, 1975. — С. 110—115.
13. Металиди С.В., Зарицкий А.И., Цымбал С.Н., Квасниця В.Н., Язвинский В.И. Первая находка алмаза в конгломератах верхнего протерозоя на территории Восточно-Европейской платформы // Минерал. журн. — 1982. — 4, № 3. — С. 20—29.
14. Соболев Н.В. О минералогических критериях алмазоносности кимберлитов // Геология и геофизика. — 1971. — № 3. — С. 70—79.
15. Соболев Н.В., Ефимова Э.С., Реймерс Л.Ф., Захарченко О.Д., Махин А.И., Усова Л.В. Минеральные включения в алмазах Архангельской кимберлитовой провинции // Геология и геофизика. — 1997. — 38, № 2. — С. 358—370.
16. Соколов Г.А. Хромиты Урала, их состав, условия кристаллизации и закономерности распространения // Тр. Ин-та геол. наук АН СССР. Сер. Руд. месторождения. — 1948. — Вып. 97, № 12. — 128 с.
17. Туркин А.И., Соболев Н.В. Пироп-кноррингитовые гранаты : обзор экспериментальных данных и природных парагенезисов // Геология и геофизика. — 2009. — 50, № 12. — С. 1506—1523.
18. Цимбал С.М., Вишневський О.А., Вуйко В.І. Перша знахідка піропу і хромдіопсиду в грубоуламкових породах білокоровицької світи на півночі Українського щита // Доп. АН УРСР. Сер. Б. — 1984. — № 8. — С. 26—31.
19. Цымбал С.Н., Гейко Ю.В., Кривдик С.Г., Баран А.Н., Цымбал Ю.С. Болярковская интрузия щелочно-ультраосновных пород (северо-запад Украинского щита) // Актуальные проблемы геологии Беларуси и смежных территорий : Тр. Междунар. науч. конф. (Минск, 8—9 дек. 2008 г.). — Минск, 2008. — С. 35—40.
20. Цымбал С.Н., Гейко Ю.В., Шумлянський Л.В., Цымбал Ю.С. Состав и возраст щелочно-ультраосновных пород Губковского проявления на северо-западе Украинского щита // Тр. 31-й Междунар. конф. "Рудный потенциал щелочного, кимберлитового и карбонатитового магматизма", посв. памяти акад. Ф.П. Митрофанова (Москва, 7 окт. 2014 г.). — М., 2014. — С. 84—86.
21. Цымбал С.Н., Степанюк Л.М., Цымбал Ю.С., Гейко Ю.В. Возраст щелочно-ультраосновных пород Болярковской интрузии (северо-западная часть Украинского щита) // Мінерал. журн. — 2011. — 33, № 2. — С. 66—71.
22. Цымбал С.Н., Цымбал Ю.С. Состав верхней мантии и перспективы алмазоносности северо-западной части Украинского щита // Мінерал. журн. — 2003. — 25, № 5/6. — С. 40—56.
23. Цымбал С.Н., Щербаков И.Б., Кривдик С.Г., Лабунский В.Ф. Щелочно-ультраосновные породы Городницкой интрузии (северо-запад Украинского щита) // Минерал. журн. — 1997. — 19, № 3. — С. 61—80.
24. Челищев Н.Ф. Об эволюции формы оливина в процессе кристаллизации расплава оливинового габбро-норита в экспериментальных условиях // Онтогенетические методы изучения минералов. — М. : Наука, 1970. — С. 124—129.
25. Brey G.P., Köhler T. Geothermobarometry in four-phase lherzolites. II. New thermobarometers, and practical assessment of existing thermobarometers // J. Petrol. — 1990. — 31. — P. 1353—1378.
26. Fabries J. Spinel-olivine geothermometry in peridotites from ultramafic complexes // Contribs Mineral. and Petrol. — 1979. — 69. — P. 329—336.
27. Griffin W.L., Cousens D.R., Ryan C.G., Sie S.H., Suter G.F. Ni in chrome pyrope garnets: a new geothermometer // Contribs Mineral. and Petrol. — 1989. — 103. — P. 199—202.
28. Grütter H., Latti D., Menzies A. Cr-saturation arrays in concentrate garnet compositions from kimberlite and their use in mantle barometry // J. Petrol. — 2006. — 47, No 4. — P. 801—820.
29. MacGregor I.D. The system MgO-Al₂O₃-SiO₂: solubility of Al₂O₃ in enstatite for spinel and garnet peridotite compositions // Amer. Miner. — 1974. — 59. — P. 110—119.
30. Mercier S.C.C. Single-pyroxene thermobarometry // Tectonophysics. — 1980. — 70, No 1—2. — P. 1—37.
31. Perkins D., Holland T.J.B., Newton R.C. The Al₂O₃ contents of enstatite in equilibrium with garnet in the system MgO-Al₂O₃-SiO₂ at 15—40 kbar and 900—1600 °C // Contribs Mineral. and Petrol. — 1981. — 78. — P. 99—109.
32. Sachtleben Th. and Seck H.A. Chemical control of Al solubility in orthopyroxene and its implications on pyroxene geothermometry // Contribs Mineral. and Petrol. — 1981. — 78. — P. 157—165.
33. Tsybal S.N., Kryvdik S.G., Tsybal Yu.S., Baran A.N. Mineralogy of alkaline ultrabasic rocks in Bolyarka intrusion (North-Western area of the Ukrainian Shield) // Abstr. of XXVI Intern. conf. "Geochemistry of magmatic rocks" (May 11—15, 2009, Moscow, Russia). — Moscow, 2009. — P. 149—150.

Надійшла 17.07.2015

REFERENCES

1. Bogatkov, O.A. (ed.) (1999), *Arhangelskaya amazonosnaya provintsiya (geologiya, petrografiya, geohimiya i mineralogiya)*, Izd-vo MGU, Moscow, 524 p.
2. Geyko, Yu.V., Gurskiy, D.S., Lykov, L.I., Metalidi, V.S., Pavlyuk, V.N., Prihodko, V.L., Tsybal, S.M. and Shimkiv, L.M. (2006), *Perspektiviyi amazonosnosti severo-zapadnoy chasti Ukrainського schita*, Tsentrv Evropy, Kiev-Lvov, 200 p.

3. Geyko, Yu.V., Metalidi, I.S. and Prihodko, V.L. (1999), *Mineralni resursi Ukrainy*, Kyiv, No 3, pp. 13-15.
4. Ilupin, I.P., Vaganov, V.I. and Prokopchuk, B.I. (1990), *Kimberlity*, Spravochnik, Nedra, Moscow, 248 p.
5. Ilchenko, K.O. (2008), *Domishkovi defekty i henetychni osoblyvosti mikroalmaziv Ukrains'koho schyta (za spektroskopichnymy danymy)*, Avtoref. dis. kand. geol. nauk, Kyiv, 21 p.
6. Ilchenko, K.O., Kvasnytsya, V.M., Taran, M.M., Kozar, M.A., Pavlyuk, V.M. and Tsymbal, Yu.S. (2003), *Mineralogical Journal (Ukraine)*, Kyiv, Vol. 25 No 5-6, pp. 108-120.
7. Ilchenko, K.O., Kvasnytsya, V.M. and Taran, M.M. (2007), *Zapiski UMT*, Ukraine, Vyp. 4, pp. 13-37.
8. Kvasnytsya, V.M. (2005), *Geologiyaalmazov - nastoyaschee i buduschee*, Voronezh. gos. un-t, Voronezh, pp. 667-674.
9. Kvasnytsya, V.M., Taran, M.M., Wirth, R., Wiedenbeck, M., Thomas, R., Ilchenko, K.O. and Lupashko, T.M. (2005), *Mineralogical Journal (Ukraine)*, Kyiv, Vol. 27 No 4, pp. 47-58.
10. Kryvdik, S.G., Tsymbal, S.M. and Geyko, Yu.V. (2003), *Mineralogical Journal (Ukraine)*, Kyiv, Vol. 25 No 5-6, pp. 57-69.
11. Lupashko, T.M., Taraschan, A.M., Ilchenko, K.O., Kvasnytsya, V.M., Taran, M.M. and Tsymbal, Yu.S. (2003), *Mineralogical Journal (Ukraine)*, Kyiv, Vol. 25 No 5-6, pp. 121-129.
12. Malinovskiy, I.Yu., Doroshev, A.M. and Ran, E.N. (1975), *Eksperimentalnyie issledovaniya po mineralogii (1974-1975)*, in Sobolev, V.S. and Godovikov, A.A. (eds), IGI AN SSSR, Novosibirsk, pp. 110-115.
13. Metalidi, S.V., Zaritskiy, A.I., Tsymbal, S.M., Kvasnytsya, V.M. and Yazvinskiy, V.I. (1982), *Mineralogical Journal (Ukraine)*, Kyiv, Vol. 4 No 3, pp. 20-29.
14. Sobolev, N.V. (1971), *Geology and geophysics*, Novosibirsk, Russia, No 3, pp. 70-79.
15. Sobolev, N.V., Efimova, E.S., Reymers, L.F., Zaharchenko, O.D., Mahin, A.I. and Usova, L.V. (1997), *Geology and geophysics*, Novosibirsk, Russia, Vol. 38 No 2, pp. 358-370.
16. Sokolov, G.A. (1948), *Chromity Urala, ih sostav, usloviya kristallizatsii i zakonmernosti rasprostraneniya*, Tr. In-ta geologicheskikh nauk AN SSSR. Ser. Rudnye mestorozhdeniya, Vol. 97 No 12, pp. 3-128.
17. Turkin, A.I. and Sobolev, N.V. (2009), *Geology and geophysics*, Novosibirsk, Russia, Vol. 50 No 12, pp. 1506-1523.
18. Tsymbal, S.M., Vyshnevskiy, O.A. and Vuyko, V.I. (1984), *Dop. AN URSS, Ser. B*, Ukraine, No 8, pp. 26-31.
19. Tsymbal, S.M., Geyko, Yu.V., Kryvdik, S.G., Baran, A.N. and Tsymbal, Yu.S. (2008), *Actual'nye problemy geologii Belarysi i smezhnykh territorij, Tr. Mezhdunar. nauch. konf.*, Minsk, 8-9 dek. 2008 g., Minsk, pp. 35-40.
20. Tsymbal, S.M., Geyko, Yu.V., Shumlyanskiy, L.V. and Tsymbal, Yu.S. (2014), *31 Mezhdunar. konf. "Rudnyiy potentsial shchelochnogo, kimberlitovogo i karbonatitovogo magmatizma"*, posvyasch. pamyati akad. F.P. Mitrofanova, Moscow, 7 okt. 2014, Moscow, pp. 84-86.
21. Tsymbal, S.M., Stepanyuk, L.M., Tsymbal, Yu.S. and Geyko, Yu.V. (2011), *Mineralogical Journal (Ukraine)*, Kyiv, Vol. 33 No 2, pp. 66-71.
22. Tsymbal, S.M. and Tsymbal, Yu.S. (2003), *Mineralogical Journal (Ukraine)*, Kyiv, Vol. 25 No 5-6, pp. 40-56.
23. Tsymbal, S.M., Shcherbakov, I.B., Kryvdik, S.G. and Labuzniy, V.F. (1997), *Mineralogical Journal (Ukraine)*, Kyiv, Vol. 19 No 3, pp. 61-80.
24. Chelischev, N.F. (1970), *Ontogenicheskie metody izucheniya mineralov*, Nauka, Moscow, pp. 124-129.
25. Brey, G.P. and Köhler, T. (1979), *J. Petrol.*, 1990, Vol. 31, pp. 1353-1378.
26. Fabries, J. (1979), *Contribs Mineral. and Petrol.*, Vol. 69, pp. 329-336.
27. Griffin, W.L., Cousens, D.R., Ryan, C.G., Sie, S.H. and Suter, G.F. (1989), *Contribs Mineral. and Petrol.*, Vol. 103, pp. 199-202.
28. Grütter, H., Latti, D. and Menzies, A. (2006), *J. Petrol.*, Vol. 47 No 4, pp. 801-820.
29. McGregor, I.D. (1974), *Amer. Miner.*, Vol. 59, pp. 110-119.
30. Mercier, S.C.C. (1980), *Tectonophysics*, Vol. 70 No 1-2, pp. 1-37.
31. Perkins, D.T., Holland, J.B. and Newton, R.C. (1981), *Contribs Mineral. and Petrol.*, Vol. 78, pp. 99-109.
32. Sachtleben, Th. and Seck, H.A. (1981), *Contribs Mineral. and Petrol.*, Vol. 78, pp. 157-165.
33. Tsymbal, S.M., Kryvdik, S.G., Tsymbal, Yu.S. and Baran, A.N. (2009), *Abstr. of XXVI Intern. conf. "Geochemistry of magmatic rocks"*, May 11-15, 2009, Moscow, Russia, pp. 149-150.

Received 17.07.2015

С.Н. Цымбал¹, Ю.С. Цымбал¹, В.Б. Соболев²

¹ Інститут геохімії, мінералогії і рудообрання
ім. Н.П. Семененко НАН України
03680, г. Київ-142, Україна, пр. Акад. Палладина, 34
E-mail: tsymbal@igmof.gov.ua

² Технічний центр НАН України
04070, г. Київ, Україна, ул. Покровська, 13
E-mail: vsobolev@tcnasu.kiev.ua

КСЕНОКРИСТЫ МАНТИЙНЫХ МИНЕРАЛОВ ИЗ ЩЕЛОЧНО-УЛЬТРАОСНОВНЫХ ПОРОД БОЛЯРКОВСКОЙ ИНТРУЗИИ (ВОЛЫНСКИЙ МЕГАБЛОК УКРАИНСКОГО ЩИТА)

Болярковская интрузия приурочена к глубинному разлому. Мощность ее около 10 м. Она сложена оливиновыми мельтейгитами гипабиссальной фации. Изотопный возраст их определен U-Pb методом по циркону и составляет 2046—2023 млн лет. В этих породах идентифицированы ксенокристы мантийных минералов — хромшпинелиды,

пироп, хромдиопсид, энстатит. Хромшпинелиды представлены смесью индивидов разного состава. В них Cr_2O_3 варьирует от 33 до 60 %, Al_2O_3 — от 9 до 35, MgO — от 10 до 18, $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ — от 12 до 24 %, почти все они низкотитанистые (TiO_2 — <0,6 %). По типохимическим особенностям выделены четыре разновидности их: магнезиохромит, алюмохромит, хромпикотит и феррихромит. Среди магнезиохромитов есть индивиды, по составу близкие к хромитам алмазной ассоциации из кимберлитов. В двух из них обнаружены сингенетические включения оливина с содержанием 93–94 % форстеритового минала и 0,41–0,42 — NiO . Оливины такого состава — это характерные включения в алмазах дунит-гарцбургитового типа из кимберлитов Якутской и Архангельской провинций. В алюмохромитах выявлены включения более железистых оливинов (FeO — 7,7–9,2 %) и хромдиопсида с повышенным содержанием жадеитового минала. Материнскими породами этих хромитов были лерцолиты графит-пироповой фации глубинности. Пироп представлен низкохромистой (Cr_2O_3 — 2,1 %) умереннокальциевой (CaO — 4,3 %) разновидностью лерцолитового парагенезиса. Ксенокристый хромдиопсид имеет повышенное содержание Na_2O (0,5–1 %) и Al_2O_3 (2,5–5,2 %). Энстатит принадлежит к глиноземистому типу (Al_2O_3 — 2–4 %). На ксенокристаллах мантийных минералов развиты реакционные каймы. Исходный расплав для оливиновых мельтейгитов Болярковской интрузии образовался в результате частичного плавления хромшпинель-пироповых перидотитов, в том числе потенциально алмазоносных дунитов и гарцбургитов. Ксенокристы изученных пироба, хромшпинелидов, хромдиопсида и энстатита представляют собой продукты дезинтеграции разноглубинных мантийных перидотитов, которые этот расплав захватил при движении к земной поверхности. Болярковскую интрузию можно считать нетрадиционным источником ксенокристов мантийных минералов для расположенных неподалеку бассейнов седиментации, в частности Белоковичской впадины. Наличие в оливиновых мельтейгитах Болярковской интрузии хромита и оливина алмазной ассоциации позволяет предполагать, что здесь в верхней мантии есть потенциально алмазоносные материнские породы их — дуниты и гарцбургиты.

Ключевые слова: Украинский щит, Болярковская интрузия, мельтейгиты, мантийные минералы, *PT* параметры.

*S.M. Tsybal*¹, *Yu.S. Tsybal*¹, *V.B. Sobolev*²

¹ М.П. Семеновский институт геохимии,
Минералогии и образования руд НАН Украины
34, Acad. Palladina Pr., Kyiv-142, Ukraine, 03680
E-mail: tsybal@igmof.gov.ua

² Technical Centre of the NAS of Ukraine
13, Pokrovska Str., Kyiv-70, Ukraine, 04070
E-mail: vsobolev@tcnasu.kiev.ua

MANTLE-MINERAL XENOCRYSTS FROM ALKALINE-ULTRABASIC ROCKS IN THE BOLYARKA INTRUSION (VOLYN MEGABLOCK, THE UKRAINIAN SHIELD)

Bolyarka intrusion is confined to a deep fault. Its capacity is of about 10 m. It consists of hypabyssal olivine melteigites. Its isotopic age is 2046–2023 Ma (U-Pb method by zircon). In these rocks xenocrysts of mantle minerals — Cr-spinel, pyrope, chrome diopside, enstatite have been identified. Cr-spinels represent mixture individuals of different composition. Their Cr_2O_3 content ranges from 33 to 60 %, Al_2O_3 — 9 to 35, MgO — 10 to 18, $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ — from 12 to 24 %. All they are low titaniferous (TiO_2 — <0.6 %). Their four varieties have been found by chemistry features: magneziochromite, alyumochromite, chrompikotite and ferrichromite. The individuals which composition is close to the diamond association chromites from kimberlites are among magneziochromites. The syngenetic inclusions of olivine with forsterite content of 93–94 % of minal and 0.41–0.42 % of NiO were found in two of them. Olivines of such composition are characteristic of inclusions in diamonds of dunite-harzburgite type from the Yakutian and Arkhangelsk kimberlite provinces. The inclusions of more ferruginous olivine (FeO — 7.7–9.2 %) and diopside with a high content of jadeite minal are identified in alumochromite. The source of these rocks were chromite lherzolites graphite — pyrope depth facies. The pyrope is presented by a low-chromium (Cr_2O_3 — 2.1 %) with moderate calcium (CaO — 4.3 %) variation of lherzolite paragenesis. Xenocryst chromdiopside has increased contents of Na_2O (0.5–1 %) and Al_2O_3 (2.5–5.2 %). Enstatite belongs to alumina-bearing type (Al_2O_3 — 2–4 %). The reaction rims are developed on xenocrysts of mantle minerals. Initial melt for Bolyarka olivine melteigites has been formed from partial melting of chrome-spinele-bearing pyrope peridotites, including potentially diamondiferous harzburgites and dunites. Studied xenocrysts of pyrope, chromites, diopside and enstatite are products of disintegration of different-depth mantle peridotites that this melt is captured by when moving to the surface. Bolyarka intrusion can be regarded as an unconventional source of mantle mineral xenocrysts located in the vicinity of its sedimentation basins, particularly in Bilokorovychy depression. The presence of chromites and olivines of diamond association in olivine melteigites of Bolyarka intrusion suggests that the potentially diamondiferous rocks dunite and harzburgite are present in the upper mantle of this area.

Keywords: the Ukrainian Shield, Bolyarka intrusion, melteigites, mantle minerals, *PT* parameters.