

УДК 549.642.21

**ОРЕОЛИ ОМФАЦИТУ У ЧЕТВЕРТИННИХ І ДАВНІШИХ ВІДКЛАДАХ
ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА**

Ю. Цимбал

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України
03680 м. Київ, просп. акад. Палладіна, 34
E-mail: igmof@mail.kar.net*

Схарактеризовано ореоли омфациту в осадових породах північно-західної частини Українського щита. Наведено хімічний склад омфациту, елементи-домішки та рідкісноземельні елементи в ньому. Виявлено хромомфацит з сингенетичними вклученнями субкальцієвого хромдіюсиду, збагаченого хромом (Cr_2O_3 60–61 %) і цинком (ZnO 6,5–7,1 %) хроміту та хромистого рутилу. Зроблено висновок, що материнськими породами омфациту з ореолів були кімберліти з ксенолітами еклогітів, наявність яких у регіоні прогнозована.

Ключові слова: омфацит, ореол, кімберліт, еклогіт, Український щит.

Омфацит належить до мінералів, слабостійких у гіпергенних умовах. Ореоли розсіяння його утворюються зазвичай поблизу корінних джерел живлення, на яких не формувалися або не збереглися від розмивання хімічні кори звітрювання.

Омфацит – найважливіший породоутворювальний мінерал еклогітів мантійного та корового типів [1–3 та ін.]. У парагенезисі з ним у мантійних еклогітах звичайно трапляється гранат альмандин-піропового або альмандин-гросуляр-піропового складу, а в корових еклогітах – суттєво альмандиновий гранат. Мантійні еклогіти часто називають магнезіальними (піроповими) еклогітами, корові – залістими (альмандиновими). Перші з них – це високобарні (утворилися поза полем стабільності плагіоклазу) та високотемпературні породи. Вони поширені у вигляді ксенолітів у кімберлітах і лампроїтах, а також у гіпербазитових комплексах і нефелінових лужних базанітах [1, 2]. Корові еклогіти – типові породи комплексів гранатовмісних чарнокітів, амфіболітів і гнейсів гранулітової й амфіболітової фації метаморфізму. Крім того, вони відомі у комплексах глаукофанових сланців однойменної фації метаморфізму. Корові еклогіти сформувалися при тиску до 10 кбар і температурі 700–800°C внаслідок регіонального метаморфізму базальтоїдних порід без привнесення або з привнесенням (глаукофанова фація) натрію. Еклогіти глаукофанової фації називають ще альпінотипними.

У північно-західній частині Українського щита (УЩ) дуже обмежено поширені чарнокіти амфіболітової фації, а гранатовмісні породи гранулітової і глаукофанової фації метаморфізму не відомі взагалі. Немає поки що кімберлітів і лампроїтів, хоча такі їхні індикаторні мінерали як алмаз, піроп, пікроільменіт, хромшпінеліди і хромдіюсид порівняно часто трапляються у різновікових теригенних відкладах району. З цими мантійними мінералами в ореолах асоціюють гранат еклогітового типу, омфацит і зрідка хромовмісний дистен. На підставі хімічного складу й опти-

ко-спектроскопічних параметрів серед гранатів еклогітового парагенезису ідентифіковані різновиди, властиві магнезійним, магнезійно-залізистим і високоглиноземистим еклогітам, ксеноліти яких містяться в кімберлітах та лампроїтах різних регіонів світу.

На північному заході УЩ четвертинні відклади залягають головню на різних за складом породах докембрійського фундаменту та їхніх корах звітрювання. Місцями їх підстилають осадові породи мезозойського, палеогенового і неогенового віку. Вони утворилися переважно з продуктів розмивання цих порід і багато в чому успадковують особливості їхнього мінерального складу.

У четвертинних відкладах району омфацит уперше діагностував С.М. Цимбал [4]. Надалі за участю автора цілеспрямовано вивчено шліховий матеріал, накопичений у процесі розшукових робіт на алмази і геологічного знімання цієї території, що їх виконують Житомирська і Рівненська геологічні експедиції та Центральна експедиція нерудної сировини ДРГП “Північгеологія”. Завдяки цьому виявлено омфацит не тільки в четвертинних, а й у неогенових (сарматських) відкладах, пісковиках поліської серії верхнього рифею і в конгломератах білокоровицької світи верхнього протерозою.

Найчастіше і в найбільшій кількості омфацит трапляється у сучасному алювії р. Случ на ділянці Новоград-Волинській–Городниця–Соснове–Сарни та її приток – річок Корчик, Клецька, Вілья, Видринка і Бобер, а також в алювії верхньої течії р. Уборть на ділянці Ємільчине–Зубковичі. Вміст його коливається від декількох до 20–30 зерен на пробу в 20 л. Розмір зерен не перевищує 0,5 мм. Ступінь механічного зношення їх значно варіює, однак переважають зерна середньої обкатаності (рис. 1). Необкатані та слабо обкатані зерна омфациту найчастіше трапляються в сучасному алювії верхів’їв річок Бобер, Видринка, Вілья, а також середньої течії р. Клецька.

Колір його переважно зеленкувато- і синювато-голубуватий. Хімічний склад омфациту наведено в табл. 1. Як бачимо, вміст Na_2O і Al_2O_3 в ньому змінюється в межах 4,5–7,7 % і 7,3–14,0 %, відповідно. Вміст Al_2O_3 закономірно зростає зі збільшенням Na_2O . Залізистість омфациту коливається від 13 до 32 %, а співвідношення $\text{Ca}/(\text{Ca}+\text{Mg})$ – від 46 до 57. Постійними домішками омфациту є TiO_2 (до 0,3 %) і Cr_2O_3 (до 0,27 %). Алюміній в омфациті міститься переважно в шестірній координації, що свідчить про утворення його у високобарних умовах. У двох зразках омфациту (див. табл. 1, ан. 20 і 21) протонно-зондовим аналізом у CSIRO (Сідней, Австралія) визначено елементи-домішки, г/т: Ti – 1093 і 1259; Cr – 329 і 186; Ni – 62,6 і 24,4; Ga – 14,7 і 22,1; Sc – 23,4 і 35,0; Sr – 105,5 і 61,1; Y – 2,9 і 1,2; Zr – 18 і 99; Nb – <0,4; Ba – <1,1; Hf – <0,7; Th – <0,1. Зазначимо, що зі збільшенням в омфациті лугів і глинозему вміст Ti, Sc і Ga збільшується, а Cr, Ni, Sr і Y – зменшується. У цьому ж омфациті виявлено рідкісноземельні елементи, г/т: La – 1,03 і 0,47; Ce – 4,39 і 0,53; Nd – 9,77 і 2,1; Sm – 3,59 і 1,76; Eu – 0,86 і <0,34; Gd – 3,31 і 1,75; Dy – <1,56 і <0,94; Ho – <0,37 і <0,22; Er – <1,03 і <0,63; Yb – <1,56 і <0,98; Lu – <0,31 і <0,22. Нормований до хондриту розподіл їх показано на рис. 2. На кривих розподілу рідкісноземельних елементів простежуються виразні мінімуми в ділянці легких (особливо Ce) і важких (особливо Er) лантанодів. Зі збільшенням в омфациті вмісту Na, тобто з підвищенням тиску, помітно зменшуються концентрації всіх рідкісноземельних елементів.

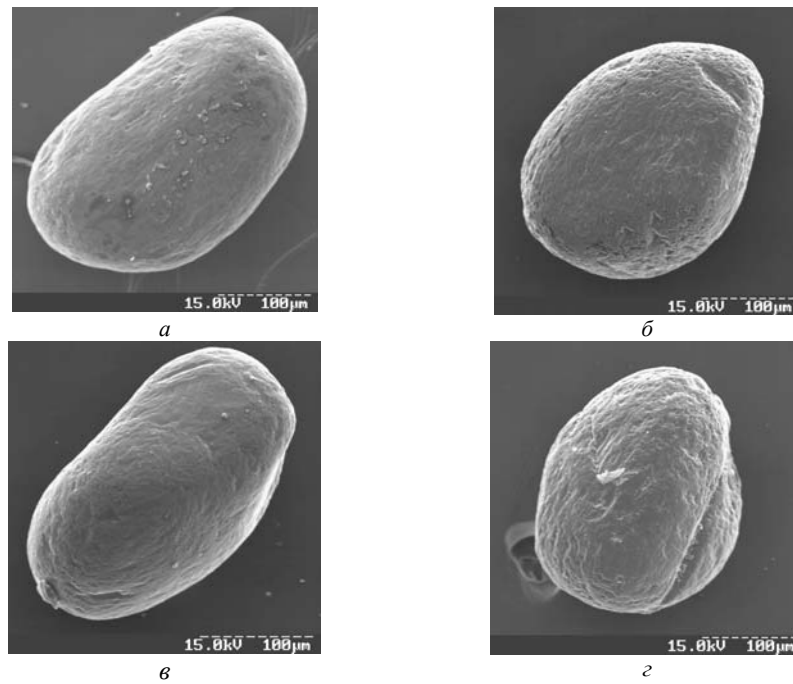


Рис. 1. Морфологія зерен омфациту з четвертинних відкладів північного заходу УЩ. Растрові електронно-мікроскопічні знімки: *a* – р. Клецька, середня течія; *б* – р. Клецька, нижня течія; *в* – межиріччя Клецька–Случ; *г* – р. Перезвня, нижня течія.

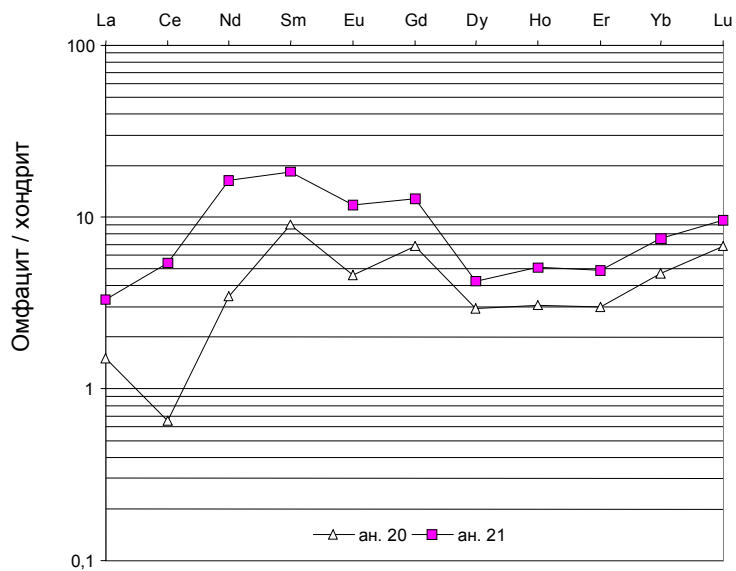


Рис. 2. Розподіл рідкісноземельних елементів в омфациті з ореолів північно-західної частини УЩ. Номери аналізів відповідають табл. 1.

Таблиця 1

Хімічний склад омфациту з четвертинних відкладів північно-західної частини
Українського щита за даними електронно-зондового аналізу, %

Компо- ненти	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	55,87	55,14	55,96	54,55	54,84	54,93	54,42	56,42	54,60
TiO ₂	0,17	0,17	0,15	0,19	0,24	0,19	0,09	0,17	0,23
Al ₂ O ₃	11,87	11,49	8,61	9,24	10,19	11,45	9,33	13,98	9,66
Cr ₂ O ₃	–	0,05	0,08	–	0,03	0,04	0,03	0,03	0,18
FeO	3,94	4,02	4,78	6,27	6,68	5,48	4,85	2,74	5,61
MgO	8,28	7,94	9,41	8,42	8,47	8,30	10,61	7,40	9,57
CaO	12,94	13,30	14,81	15,92	13,32	14,10	14,91	12,29	13,99
Na ₂ O	6,42	7,71	5,69	5,27	6,24	5,65	6,00	7,34	6,18
Сума	99,49	99,82	99,49	99,86	100,01	100,14	100,24	100,37	100,02
Si	1,99	1,97	2,00	1,98	1,98	1,96	1,95	1,97	1,97
Al ^{IV}	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,04	0,05	0,03	0,03
Al ^{VI}	0,48	0,45	0,36	0,37	0,41	0,44	0,35	0,54	0,37
Fe ²⁺	0,12	0,12	0,14	0,19	0,20	0,16	0,14	0,08	0,17
Mg	0,44	0,42	0,50	0,45	0,45	0,44	0,56	0,39	0,51
Ca	0,49	0,51	0,57	0,62	0,51	0,54	0,57	0,46	0,54
Na	0,44	0,53	0,39	0,37	0,43	0,39	0,42	0,50	0,43
Fe: Fe+Mg)	21,0	22,1	21,8	29,5	30,7	27,1	20,5	17,1	24,8
Ca: Ca+Mg)	52,9	54,8	53,2	57,6	53,1	54,9	50,3	54,1	51,2
Компо- ненти	10	11	12	13	14	15	16	17	18
SiO ₂	57,11	56,48	55,43	54,55	54,12	54,11	54,58	53,73	52,63
TiO ₂	0,30	0,07	0,21	0,21	0,11	0,10	0,10	0,12	0,24
Al ₂ O ₃	9,98	11,70	10,17	9,80	9,29	9,75	9,67	9,39	8,26
Cr ₂ O ₃	0,02	1,25	0,04	0,11	0,11	0,05	0,02	0,04	0,02
FeO	2,86	2,34	4,40	5,51	4,25	5,60	5,07	5,82	7,49
MgO	9,30	8,70	8,86	8,87	9,85	8,86	8,41	8,84	9,14
CaO	13,75	11,18	13,72	14,96	15,87	15,28	14,65	14,50	16,65
Na ₂ O	7,01	7,70	6,66	5,59	5,15	6,17	6,91	7,10	5,17
Сума	100,33	99,42	99,49	99,60	98,75	99,92	99,41	99,54	99,60
Si	2,00	2,00	1,97	1,97	1,96	1,96	1,98	1,95	1,94
Al ^{IV}	0,00	0,00	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02	0,05	0,06
Al ^{VI}	0,41	0,49	0,40	0,39	0,36	0,37	0,39	0,35	0,30
Fe ²⁺	0,08	0,07	0,13	0,17	0,13	0,17	0,15	0,18	0,23
Mg	0,49	0,46	0,48	0,48	0,53	0,48	0,45	0,48	0,50
Ca	0,52	0,42	0,54	0,58	0,62	0,59	0,57	0,56	0,65
Na	0,48	0,53	0,47	0,39	0,36	0,43	0,48	0,50	0,37
Fe: Fe+Mg)	14,7	13,2	21,8	25,8	19,4	26,2	25,6	27,1	31,8
Ca: Ca+Mg)	51,5	47,7	52,7	55,1	53,7	47,7	48,2	46,2	47,2

Закінчення табл. 1

Компоненти	19	20	21	22	23	24	25	26
SiO ₂	55,26	55,81	54,32	57,48	55,41	54,96	54,69	53,09
TiO ₂	0,08	0,03	0,06	0,25	0,18	0,26	0,12	0,19
Al ₂ O ₃	10,76	13,85	10,10	8,29	9,93	9,10	7,35	10,05
Cr ₂ O ₃	–	–	–	0,27	0,06	0,02	–	0,04
FeO	5,36	2,83	3,22	3,11	5,62	5,80	5,70	6,56
MgO	8,22	7,31	10,27	11,12	8,93	9,23	9,87	8,07
CaO	13,30	12,79	15,53	14,96	12,86	15,39	14,79	14,10
Na ₂ O	6,24	6,73	5,07	4,44	5,90	5,18	4,55	5,92
Сума	99,22	99,35	98,57	99,92	98,89	99,94	97,07	98,02
Si	1,99	1,97	1,96	2,02	2,00	1,98	2,02	1,96
Al ^{IV}	0,01	0,03	0,04	0,01	0,00	0,02	0,00	0,04
Al ^{VI}	0,45	0,55	0,39	0,34	0,42	0,38	0,32	0,40
Fe ²⁺	0,16	0,08	0,01	0,09	0,17	0,17	0,17	0,20
Mg	0,44	0,39	0,55	0,58	0,48	0,49	0,54	0,44
Ca	0,51	0,48	0,60	0,57	0,50	0,59	0,58	0,55
Na	0,44	0,46	0,35	0,30	0,42	0,36	0,33	0,43
Fe: Fe+Mg)	26,6	17,0	15,4	13,5	26,1	26,1	24,4	31,3
Ca: Ca+Mg)	53,6	55,2	52,1	49,1	50,9	54,5	51,8	55,5

Примітки: 1–4 – алювіальні відклади р. Случ: 1 – східніше с. Соснове, 2 – східніше с. Губків, 3, 4 – західніше с. Устя; 5–23 – алювіальні відклади приток р. Случ: 5 – верхів'я р. Вілья, північніше с. Більчаки, 6 – р. Гутянка, північно-східніше с. Курчиці, 7, 8 – р. Корчик, с. Весняне, 9, 10 – р. Корчик, північно-східніше с. Весняне, 11 – р. Корчик, південніше с. Сторожів, 12 – гирло р. Корчик, східніше с. Устя; 13–19 – базальні горизонти четвертинних відкладів, верхів'я р. Видринка, північно-східніше с. Мочулянка; 19–21 – алювіальні відклади верхів'я р. Бобер, північно-західніше с. Левачі; 22 – алювіальні відклади верхів'я р. Льва, західніше с. Сивки; 23–26 – алювіальні відклади верхів'я р. Уборть, с. Зубковичі.

Таблиця 2

Хімічний склад хромомфациту і включень у ньому з ореолу в четвертинних відкладах р. Видринка за даними мікрозондового аналізу, %

Компоненти	Омфацит		Діюксид (включення)	Хроміт	
	перша (головна) фаза	друга фаза		перше включення	друге включення
SiO ₂	55,89	55,80	53,84	0,23	0,12
TiO ₂	0,05	0,04	0,26	0,28	0,51
Al ₂ O ₃	10,93	8,30	8,02	5,43	5,33
Cr ₂ O ₃	0,99	1,78	0,61	60,05	61,12
FeO _{зар}	2,85	4,78	5,22	24,93	25,52
MnO	–	0,04	0,05	0,09	0,11
MgO	8,34	8,87	18,84	1,04	0,97
CaO	13,24	14,71	10,27	0,38	0,23
Na ₂ O	7,11	5,95	2,55	–	–
ZnO	0,07	–	0,06	7,12	6,55
Сума	99,47	100,27	99,72	99,55	100,46

Значний інтерес становить знахідка в ореолах північно-східніше с. Мочулянка хромомфациту (Cr_2O_3 1,0–1,8 %), що містить включення клинопіроксен + хроміт + рутил (табл. 2). Вивчення полірованого зрізу хромомфациту в разі великих збільшень за допомогою рентгенівського мікроаналізатора у режимі речовинного контрасту у відбитих електронах дало змогу виявити дві фази омфациту, відмінні між собою за вмістом більшості мінералоутворювальних компонентів (рис. 3). За складом вони близькі до схарактеризованих вище різновидів омфациту з ореолів.

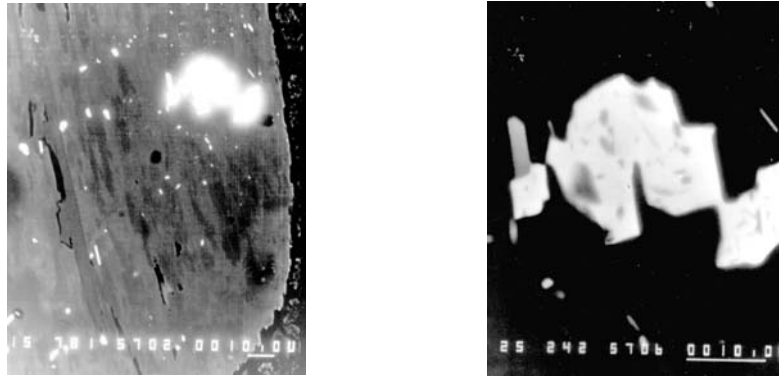


Рис. 3. Хромомфацит двофазового складу з включеннями хромдіопсиду, хроміту й рутилу. Ліворуч – загальний вигляд, праворуч – включення хроміту. Зображення у відбитих електронах з речовинним контрастом.

Клінопіроксен представлений субкальцієвим хромдіопсидом з підвищеним вмістом Na_2O . Залізистість його 13,5 %, співвідношення $\text{Ca}/(\text{Ca}+\text{Mg}) = 28,2$, що дає підстави вважати цей діопсид високотемпературним мінералом ($T = 1400^\circ\text{C}$). Молярний вміст жадеїтового міналу в ньому становить 25 %, чермакітового – 11, естатитового – 27 %. Тиск, за якого він утворився, перевищує 40 кбар (визначено за методом Дж. Мерсьє) [5]. Хроміт високохромістий (Cr_2O_3 60–61 %), низькоглиноземистий (Al_2O_3 5,3–5,4 %) і низькомагнезійний ($\text{MgO} \approx 1$ %). Він суттєво збагачений ZnO (6,5–7,1 %). Зокрема, специфічні за складом хроміти виявлено у вигляді включень в омфациті та інших індикаторних мінералах кімберлітів уперше. За даними [6], цинк є типоморфною домішкою еклогітів і належить до складу його породоутворювальних і рудних мінералів, виявляючи сильний геохімічний зв'язок із залізом. Рутил утворює виділення голчастої форми як в омфациті, так і в хроміті. Для включень рутилу в хроміті характерний підвищений вміст Cr, Al, Fe.

Особливості складу омфациту і парагенезис мінералів-включень у ньому свідчать про еклогітову природу його материнських порід. Найближчий він за складом до омфациту з магнезійно-залізистих еклогітів, ксеноліти яких часто трапляються в кімберлітах і лампроїтах. Його знахідки в ореолах в асоціації з піропом, хромшпінелідами, хромдіопсидом і пікроільменитом дають змогу прогнозувати наявність у цьому районі кімберлітових тіл із ксенолітами мантійних еклогітів і продуктами їхньої дезінтеграції, унаслідок розмивання яких і сформувалися вивчені ореоли. Найдавнішими відкладами, у яких відомі алмаз і його мінерали-супутники, в тому числі й омфацит, є конгломерати білокоровицької світи і пісковики поліської серії, що засвідчує протерозойський вік кімберлітів, розвинутих на північному заході УЩ.

Найімовірніша наявність їх у центральній частині Волинського геоблока, точніше – у північно-східній половині Новоград-Волинського блока другого порядку, де в ореолах найчастіше трапляються такі малотранспортабельні мінерали кімберлітів, як хромдіопсид і омфацит. Оскільки ореоли з підвищеним вмістом омфациту, хромдіопсиду, піропу й інших індикаторних мінералів кімберлітів просторово тяжіють до ділянок розвитку різних за віком і складом дайок, то є підстави передбачати наявність серед них і кімберлітів.

1. *Добрецов Н.Н., Соболев Н.В., Шацкий В.С.* и др. Эклогиты и глаукофановые сланцы в складчатых областях. Новосибирск, 1989.
2. *Маракушев А.А.* Петрохимические типы эклогитов и вопросы их генезиса // Вестник Москов. ун-та. 1972. № 2. С. 3–22.
3. *Удовкина Н.Г.* Эклогиты Полярного Урала. М., 1971.
4. *Цымбал С.Н.* Ореолы омфацита в четвертичных отложениях северо-западной части Украинского щита и центральной части Припятского вала и их поисковое значение // Основные направления повышения эффективности и качества геологоразведочных работ на алмазы: Тез. докл. VI Всесоюз. совещ. Иркутск, 1990. С. 222–224.
5. *Mercier S.C.* Single-pyroxene thermobarometry // *Tectonophysics*. 1980. Vol. 70. N 1–2. P. 1–37.
6. *Moore R.O., Gurney J.J., Griffin W.L., Shimizu N.* Ultra-high pressure garnet inclusions in Monastery diamonds: trace element abundance patterns and conditions of origin // *Europ. Journ. Miner.* 1991. Vol. 3. N 2. P. 213–230.

HALOS OF OMPHASITE IN QUARTERNARY AND MORE ANCIENT ROCKS IN THE NORTHWEST PART OF THE UKRAINIAN SHIELD

Yu. Tsymbal

*Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NASU
acad. Palladin Av., 34. UA – 03680 Kyiv, Ukraine
E-mail: igmof@mail.kar.net*

Spatial distribution of omphacite in the sedimentary cover of the Northwest part of the Ukrainian Shield is characterised. Chemical composition of omphacite, including abundance of minor and rare earth elements, is cited. Chrome-bearing omphacite holding inclusions of both sub-calcic chrome-diopside, and chrome (up to 60–61 % Cr₂O₃) and zinc (up to 6,5–7,1 % ZnO) enriched chromite, as well as inclusions of chrome-bearing rutile have been revealed. The supposed primary sources for omphacite of halos have been kimberlites with eclogite xenoliths that are assumed in the region.

Key words: omphacite, halo, kimberlite, eclogite, Ukrainian Shield.

Стаття надійшла до редколегії 15.06.2002
Прийнята до друку 19.09.2002