

УДК 552.4 + 552.3 (477.44)

Касьяненко К.О., Пономаренко О.М.

## МІНЕРАЛОГІЧНІ ТА ПЕТРОГРАФІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЕНДЕРБІТІВ МАЛИНІВСЬКОГО КАР'ЄРУ (ДНІСТЕРСЬКО-БУЗЬКИЙ МЕГАБЛОК УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА)

*Детально розглянуті мінералогічні й петрографічні особливості ендербітів Малинівського кар'єру Літинської куполовидної структури (Літинський блок, Дністерсько-Бузький мегаблок Українського щита). Були використані нові для району методи досліджень. Одержані дані дозволили зробити висновок, що за хімічним складом ендербіти відносяться до нормального петрохімічного ряду кислих порід натрієвої та калій-натрієвої серії. Результати досліджень можуть не лише дати відповідь на питання генезису та класифікації ендербітів, але й бути використані при вирішенні геодинамічних, петрологічних, геохімічних проблем формування Літинської куполовидної структури.*

Ендербіти є характерною складовою частиною ранньодокембрійських високометаморфізованих комплексів планети. Незважаючи на незначне поширення в порівнянні з гранітами, вони були об'єктом вивчення багатьох дослідників, оскільки є одними з найдавніших гірських порід земної кори. В межах Українського щита (УЩ) ендербіти встановлені в Побужжі [1, 4, 6], Оріхово-Павлоградській структурі [7] та інших ділянках. Їх вивчали І.С.Усенко, М.І.Безбородько, І.Б.Щербаков, М.П.Семененко, О.І., А.Г.Ткачук, Є.В.Бібікова, І.М.Лесна, С.Г.Кривдік, Л.М.Степанюк та іншими дослідниками, які висловлювали різні гіпотези з приводу формування цих порід. Ендербіти могли утворитись за рахунок різних за генезисом вихідних польовошпатових порід – андезитів, дацитів, ріолітів, плагіогранітоїдів (тоналітів, трондіємітів), основних кристалосланців.

**Метою роботи** було визначення мінералогічних і петрографічних особливостей ендербітів Малинівського кар'єру (Дністерсько-Бузький мегаблок Українського щита)

В основу роботи покладено фактичний матеріал, зібраний при проведенні польових спостережень у 2013 р.

**Головними методами** досліджень були макроскопічне вивчення зразків та мікроскопічні дослідження прозорих петрографічних шліфів у прохідному поляризованому світлі з використанням поляризаційних мікроскопів МП-3 та ПОЛАМ РП-1. Хімічний склад породоутворювальних мінералів визначався за допомогою растрового електронного мікроскопу JSM-6700F з енерго-дисперсійною системою для мікроаналізу JED-2003 ("JEOL", Японія). Всі аналітичні дослідження були виконані в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П.Семененка НАН України.

Одержані результати дозволили уточнити діагностику гірських порід, визначити їх структурні й текстурні особливості, якісний та кількісний мінеральний склад, а також кристалооптичні характеристики головних породоутворювальних мінералів.

**Головні риси геологічної будови.** Досліджена ділянка розташована в західній частині

Українського щита в районі Подільського геоблоку [2], який Хмільникським розломом розділений на різної геологічної будови Вінницький і Бердичівський блоки другого порядку. Останній, у свою чергу, Глухівецьким і Білопільським розломами розчленований на Івано-пільський і Козятинський блоки третього порядку. В північній частині Вінницького блоку розташований Літинський блок третього порядку. Численними розривними порушеннями регіонального й локального характеру територія розбита на багато дрібніших фрагментів.

Літинський блок, або як його ще називають Літинська куполовидна структура [5], розташований у центральній частині Гніванської синклінали – основного структурного елементу Вінницького блоку Дністерсько-Бузького мегаблоку. В поперечному розрізі Літинська куполовидна структура досягає 20-30 км. Крила

її ускладнені складками менших порядків. Ширина складок досягає 0,7 км. Північне крило структури характеризується крутим падінням верств порід у бік Верхньобузького розлому. Літинська структура складена, переважно, чарнокітоїдами з незначними за розміром реліктовими тілами двупіроксенових кристалосланців. Породи ендербітового складу відслонені в Малинівському кар'єрі, розташованому в північно-східній частині Літинської структури.

**Отримані результати** показали, що в Малинівському кар'єрі переважають середні та кислі ендербіти, переважно, нормального ряду лужності. На класифікаційній діаграмі  $SiO_2$ - $(Na_2O+K_2O)$  їх фігуративні точки займають поле тоналітів та низьколужних гранітів (рис. 1).

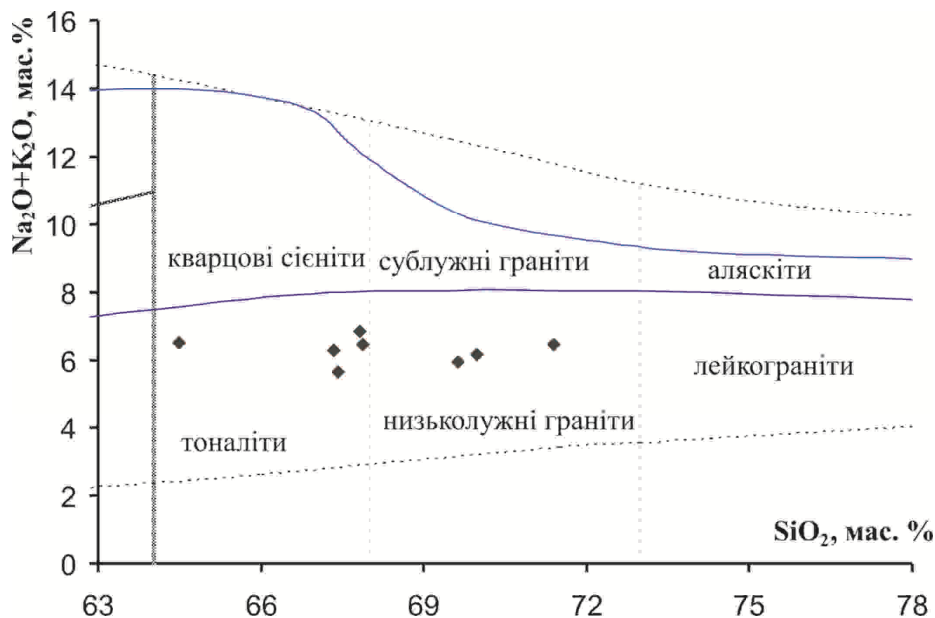


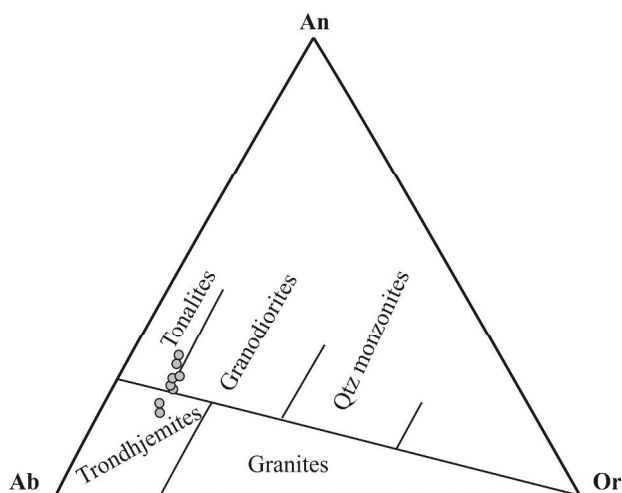
Рис. 1. Положення ендербітів Малинівського кар'єру на класифікаційній діаграмі  $SiO_2$ - $(Na_2O + K_2O)$ .

На діаграмі О'Коннора-Баркера, побудованій за співвідношеннями нормативних альбіту, анортиту та ортоклазу, більшість фігуративних точок складу досліджених ендербітів потрапляють до поля тоналітів, дві точки – до поля трондіємітів та гранодіоритів (рис. 2). На діаг-

грамі AFM (рис. 3) фігуративні точки ендербітів займають поле порід вапняно-лужної серії.

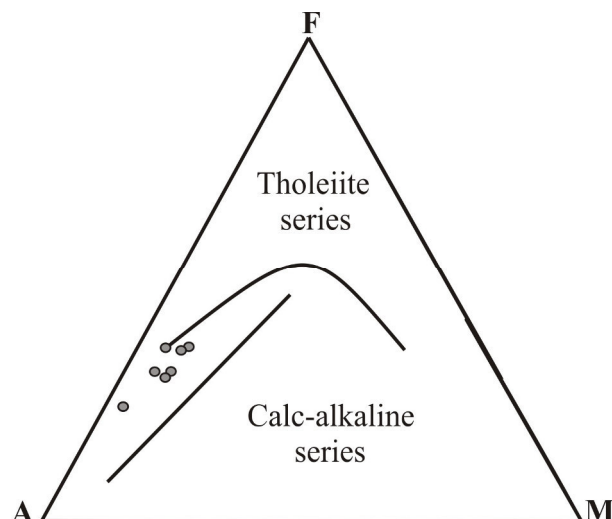
За хімічним складом, ендербіти відносяться до нормального петрохімічного ряду кислих порід натрієвої та калій-натрієвої серії (табл. 1, 2). Характеризуються змінними значеннями

глиноземистості ( $al'=1,2-3,6$ ), коефіцієнт залізистості (F) дорівнює 77,99-86,96.



**Рис. 2.** Діаграма Ab-An-Or О'Коннора-Баркера для ендербітів Малинівського кар'єру.

Ендербіти характеризуються зелено-сірим кольором, масивною текстурою. Під мікроскопом вони виявляють лепідонематогранобластову дрібно-середньозернисту структуру (рис. 4).



**Рис. 3.** Діаграма AFM для ендербітів Малинівського кар'єру.

$A = Na_2O + K_2O$ ;  $F = FeO$ ;  $M = MgO$ .

Мінеральний склад ендербітів (об.%): плагіоклаз 62, кварц 25, гіперстен 7, біотит 2, циркон, апатит 2, рудні мінерали 1.

Породу складають, переважно, крупні (1,8-1 мм) кристали антипертитового плагіоклазу (P1) та більш дрібні (0,2-0,5 мм) індивіди P1 з чіткими полісинтетичними двійниками.

Таблиця 1.

Вміст хімічних компонентів (мас.%) у складі ендербітів Малинівського кар'єру

Хімічні компоненти	6М-13	8М-13	9М-13	11М-13	13М-13	15М-13	М-35
SiO <sub>2</sub>	69,97	67,81	67,87	67,43	69,63	67,35	64,48
TiO <sub>2</sub>	0,44	0,42	0,35	0,47	0,37	0,50	0,52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,90	15,60	15,85	16,25	14,99	15,98	18,56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,64
FeO	2,93	3,23	3,23	3,69	3,53	3,88	3,36
MnO	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,10
MgO	0,59	0,94	0,94	0,99	0,55	0,94	0,60
CaO	3,54	3,75	3,89	3,98	3,71	3,95	4,20
Na <sub>2</sub> O	4,98	5,67	5,28	4,64	4,84	5,05	5,38
K <sub>2</sub> O	1,20	1,20	1,20	1,00	1,10	1,25	1,15
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,09	0,15	0,10	0,12	0,10	0,12	0,03
в.п.п.	0,68	0,65	0,63	0,63	0,45	0,56	1,58
<b>Загалом</b>	<b>99,50</b>	<b>99,58</b>	<b>99,51</b>	<b>99,51</b>	<b>99,50</b>	<b>99,73</b>	<b>99,63</b>
F	83,70	77,99	77,99	79,29	86,84	80,89	86,96
al'	1,64	1,23	1,59	2,65	1,63	1,78	3,63
K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	6,18	6,87	6,48	5,64	5,94	6,30	6,53
Na <sub>2</sub> O/K <sub>2</sub> O	4,15	4,73	4,40	4,64	4,40	4,04	4,68

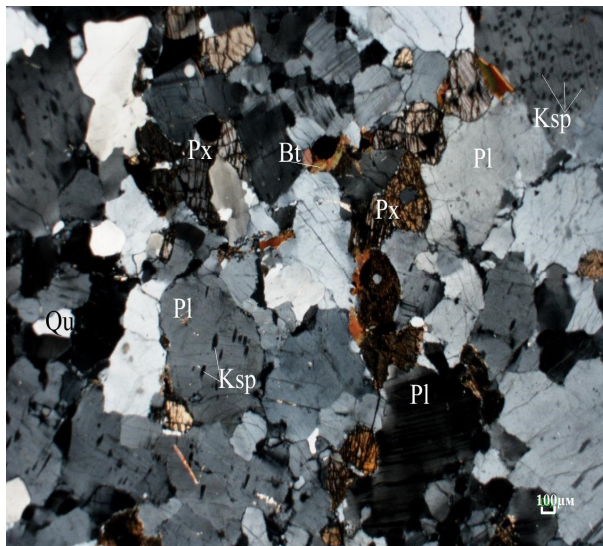
$$F = (Fe_2^{+} + Fe_3^{+}) / (Fe_2^{+} + Fe_3^{+} + Mg) \cdot 100; \quad al' = Al_2O_3 - (2CaO + Na_2O + K_2O).$$

Таблиця 2.

Вміст хімічних компонентів (мас.%) у складі мінералів з ендербіту Малинівського кар'єру (зразок 8м-13) за даними мікрозондового аналізу

Хімічні компоненти, %	Точки аналізів					
	132	131	145	146	137	138
	Плагіоклази		Піроксени		Біотити	
SiO <sub>2</sub>	63,77	64,54	53,09	53,13	38,12	38,64
TiO <sub>2</sub>	0,3	0,32	0,01	0,00	5,79	5,66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,67	19,76	1,89	1,78	15,90	15,52
FeO	0,08	0,17	24,50	25,07	17,36	17,69
MnO	0,03	0,00	0,09	0,26	0,00	0,00
MgO	0	0,04	19,93	19,52	12,69	12,50
CaO	0,02	0,08	0,28	0,24	0,17	0,00
Na <sub>2</sub> O	0,78	0,46	0,14	0,00	0,28	0,00
K <sub>2</sub> O	15,36	14,64	0,05	0,00	9,68	9,97
<b>Загалом</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Мікрозондовим аналізом встановлено, що хімічний склад плагіоклазу відповідає олігоклазу An<sub>20-22</sub>.



**Рис. 4.** Особливості мінерального складу та структури ендербітів Малинівського кар'єру (зразок М-35).

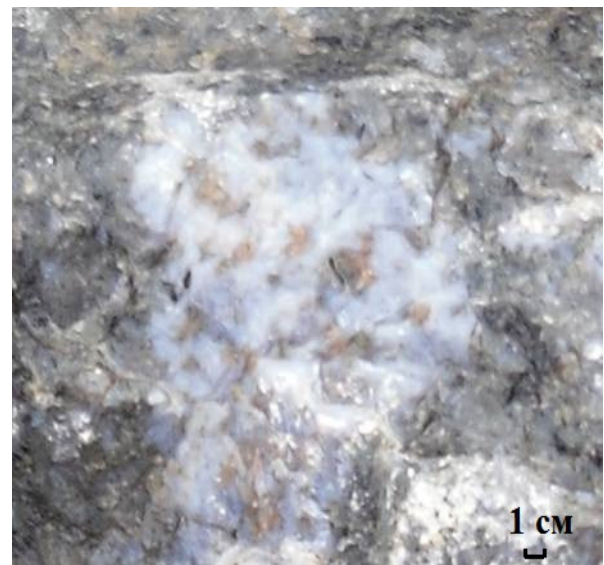
Прохідне світло; з аналізатором.

Bt – біотит; Pl – плагіоклаз; Px – піроксен; Ksp – калієвий польовий шпат; Qu – кварц.

Антипертитові вrostки представлені калієвим польовим шпатом (КПШ) (рис. 4) вони практично не різняться за розміром і мають

майже правильну форму. В межах одного індивіду характеризуються одночасним згасанням. Самостійні виділення КПШ зустрічаються рідко. Часто серед крупних кристалів Pl проростає апатит.

В штуфах кварц представлений різними за форму та розмір агрегатами блакитного кольору (рис. 5).



**Рис. 5.** Включення блакитного кварцу в ендербіті Малинівського кар'єру.

В шліфах індивіди кварцу ідіоморфні та гіпідіоморфні, мають блокове та мозаїчне зга-



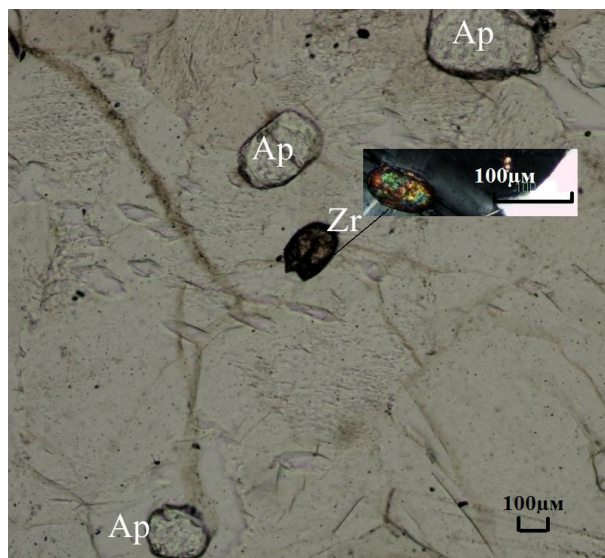
сання. Розмір їх від 0,1 до 0,5 мм. Крупні кристали кварцу обростають більш дрібними ізометричними індивідами, такими чином заповнюється міжзерновий простір.

Головний темноколірний мінерал – ортопіроксен (Орх) гіперстенового складу  $Wo_{0,3-0,7}En_{54-58}Fs_{40-43}$ . Розмір його кристалів 0,5-1 мм, деякі з них містять незакономірні включення апатиту та кварцу (рис. 4). Зустрічаються як поодинокі кристали, так і зростки гіперстену, рудних мінералів і біотиту.

Рогова обманка у вигляді окремих індивідів майже не спостерігається. В більшості випадків зустрічається разом з піроксеном. Утворює тонкі кайми та розвивається по тріщинах у кристалах піроксену. Інколи заміщувалась хлоритом. Плеохроює від насичено зеленого до буро-коричневого.

Біотит більш характерний для калішпатизованих ендербітів. У типових ендербітах біотит заміщував по периферії кристали піроксену у вигляді поодиноких лусочок червонувато-бурого кольору розміром до 0,05 мм. Плеохроїзм від світложовтого до світлороманового.

Найбільш поширені акцесорні мінерали – апатит, циркон (рис. 6) та рудні.



**Рис. 6.** Акцесорні мінерали ендербітів Малинівського кар'єру, зр. М-35.

Ap – апатит, Zr – циркон.

Прохідне світло; з аналізатором.

## Висновки

1. Ендербіти Малинівського кар'єру за хімічним складом відповідають тоналітам, трондіємітам і гранодіоритам.

2. Склад ромбічного піроксену відповідає гіперстену ( $Wo_{0,3-0,7}En_{54-58}Fs_{40-43}$ ). Плагіоклаз представлений олігоклазом ( $An_{20-22}$ ) з антипертитовими вrostками КПШ.

3. При порівнянні особливостей ендербітів Малинівського кар'єру з літературними даними про ендербіти Літинської структури [3] було встановлено, що макроскопічно ці породи суттєво не відрізняються, але в складі ендербітів Малинівського кар'єру відсутній діопсид, піроксен характеризується підвищеною залізистістю. Це може свідчити про посилення процесів гранітизації в межах Літинської куполовидної структури в напрямку від Літина до Малинівки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. **Бибикова Е.В.** Древнейшие породы Земли: изотопная геохронология и геохимия изотопов // *Мінералогічний журнал.* – 2004. – 26. – №3. – С. 13-20.

2. **Глушко В.В.** Тектоническая карта Украинской ССР и Молдавской ССР. Масштаб 1:500 000 // *Киев, 1988.* – 134 с.

3. **Касьяненко К., Пономаренко О., Вишневський О.** Петролого-геохімічна характеристика чарнокітоїдів Літинської куполовидної структури (Дністерсько-Бузький мегаблок Українського щита // *Мінералогічний збірник.* – 2014. – №64. – Вип. 2. – С. 115-124.

4. **Лесная И.М.** Геохронология чарнокитов Побужья // *Киев: Наукова думка, 1988.* – 134 с.

5. **Рябенко В.А.** Основные черты тектонического строения Украинского щита // *Киев: Наукова думка, 1970.* – 125 с.

6. **Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М., Пономаренко А.Н.** Геохронология раннего докембрия Украинского щита (архей) // *Киев: Наукова думка, 2005.* – 244 с.

7. **Щербак Н.П., Бартницкий Е.Н., Бибикова Е.В. и др.** Ранняя кора Украинского щита (состав и возраст) / *Ранняя кора: ее состав и возраст* // *Москва: Наука, 1991.* – С. 122-151.

**КАСЬЯНЕНКО К.О., ПОНОМАРЕНКО О.М. Мінералогічні та петрографічні особливості ендербітів Малинівського кар'єру (Дністерсько-Бузький мегаблок Українського щита).**

*Резюме.* Ендербіти є характерною складовою частиною ранньодокембрійських високометаморфізованих комплексів планети. Вони встановлені в межах Дністерсько-Бузького мегаблоку та інших ділянок Українського щита. Порооди ендербітового складу відслонені в Малинівському кар'єрі, розташованому в північно-східній частині Літинської куполовидної структури. Колір порід зеленувато-сірий, текстура масивна. Структура дрібно-середньокристалічна лепідонематогранобластова. Головні мінерали: антипертитовий плагіоклаз, блакитний кварц, ортопіроксен гіперстенового складу, біотит. Акцесорні мінерали представлені апатитом, цирконом та рудними мінералами. Серед досліджених ендербітів найбільш поширені середні та кислі, переважно, нормального ряду лужності. За хімічним складом ендербіти відносяться до нормального петрохімічного ряду кислих порід натрієвої та калій-натрієвої серій: тоналітів, трондіємітів, гранодіоритів. Від ендербітів Літинського кар'єру макроскопічно суттєво не відрізняються, але в складі ендербітів Малинівського кар'єру відсутній діопсид. Піроксен характеризується підвищеною залізистістю, що може свідчити про посилення процесів гранітизації первинних порід Літинської куполовидної структури в напрямку від Літина до Малинівки.

**Ключові слова:** Український щит, Дністерсько-Бузький мегаблок, ендербіти, мінеральний склад, хімічний склад.

**КАСЬЯНЕНКО Е.О., ПОНОМАРЕНКО А.Н. Минералогические и петрографические особенности эндрбитов Малиновского карьера (Днестровско-Бугский мегаблок Украинского щита).**

*Резюме.* Эндербиты являются характерной составной частью раннедокембрийских высокометаморфизованных комплексов планеты. Они установлены в границах Днестровско-Бугского мегаблока и других участков Украинского щита. Порооди эндрбитового состава вскрыты в Малиновском карьере, расположенном в северо-восточной части Литинской куполовидной структуры. Цвет пород зеленовато-серый, текстура массивная, структура мелко-среднекристаллическая лепидонематогранобластовая. Главные минералы: антипертитовый плагиоклаз, голубой кварц, ортопироксен гиперстенового состава, биотит. Акцессорные минералы представлены апатитом, цирконом и рудными минералами. Среди изученных эндрбитов наиболее распространены средние и кислые, преимущественно, нормального ряда щелочности. По химическому составу, эндрбиты относятся к нормальному петрохимическому ряду кислых пород натриевой и калий-натриевой серий: тоналитов, трондъемитов, гранодиоритов. От эндрбитов Литинского карьера макроскопически существенно не отличаются, но в составе эндрбитов Малиновского карьера отсутствует диопсид. Пироксен характеризуется повышенной железистостью, что может свидетельствовать об усилении процессов гранитизации первичных пород Литинской куполовидной структуры в направлении от Литина к Малиновке.

**Ключевые слова:** Украинский щит, Днестровско-Бугский мегаблок, эндрбиты, минеральный состав, химический состав.

**KASIANENKO K.O., PONOMARENKO O.M. Mineralogical and petrographic peculiarities of Malynivskiy open pit enderbites (Dnister-Bugh megablock of the Ukrainian shield).**

*Summary.* Enderbites represent typical integrating part of early Pre-Cambrian highly metamorphosed complexes of the Earth. Within the Ukrainian shield, they were found in the near-Bugh area and

other regions. The Litynska dome-shaped structure located at the central part of the Gnivanska syncline, which is the main structural element of the Vinnytskyi block of the Dnister-Bugh megablock of the Ukrainian shield, consists of enderbites. In the cross-section, the size of the Litinska dome-shaped structure makes up 20-30 km. Its limbs consist of small folds. The width of the folds is up to 0.7 km.

The dome-shaped structure consists mainly of charnokitoides with small amount of relics of two-pyroxene crystalline schists. Enderbites have been opened up at Malynivskiy open-pit located in the northeast part of the Litinska structure.

The enderbites from the Malynivskiy open-pit have green-gray colour, they are characterized by massive texture and fine-medium grained lepidonematogranoblastic structure. Medium and acid enderbites of entire alkali range predominate. On the classificatory diagram  $SiO_2-(Na_2O+K_2O)$  their points occupy the field of tonalites and low-alkali granites. On the diagram of O'Konner-Barker, that is built on the relationship between normative albite, anorthite and orthoclase (Ab-An-Or), figurative points of content of the enderbites from Malynivskiy open-pit are located in the field of tonalites, two points are located in the field of trondhjemites and granodiorites. On the diagram AFM ( $A=Na_2O+K_2O$ ;  $F=FeO$ ;  $M=MgO$ ), the points of the studied enderbites are in the field of rocks of calc-alkalic sequence. Such rocks are characterized by running values of aluminousness ( $al'=1.2-3.6$ ). Ferruginous factor  $F$  is equal to 77.99-86.96.

Rhombic pyroxene corresponds to hypersthene after its chemical composition ( $Wo_{0.3-0.7}En_{54-58}Fs_{40-43}$ ). Plagioclase is represented by oligoclase ( $An_{20-22}$ ) with antiperthite growth of potassium feldspar.

After their chemical composition enderbites from the Malynivskiy open-pit correspond to tonalites, trondhjemites and granodiorites. The enderbites from the Malynivskiy open-pit do not substantially differ from ones of the Litynskiy open-pit, but they do not contain diopside; their pyroxene is characterized by high Fe content. This may give evidence of the increase of granitization processes within Litynska dome-shaped structure in the direction from Lityn to Malynivka.

**Ключевые слова:** Ukrainian shield, Dnister-Bugh megablock, enderbites, mineral composition, chemical composition.

Надійшла до редакції 3 листопада 2014 р.  
Представив до публікації проф. В.М.Троценко.