

<https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2023.3.276467>
УДК 552.33 (47)

Особливості процесу фенітизації в езоконтактних ореолах лужно-ультраосновних порід північно-західної частини Українського щита

С.Г. Кривдік*, О.Ю. Цимбал

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України ім. М.П. Семененка, Київ, Україна
E-mail: kryvdik@ukr.net; tsymbaloleksandra 1 @ gmail.com

*Автор для кореспонденції

Розглянуто апогранітоїдні феніти в езоконтактних ореолах Гордницької інтрузії лужно-ультраосновних порід (північно-західна частина Українського щита). Лужно-ультраосновні породи представлені магнезійними (примітивними) олівіновими якупірангітами та меланократовими олівіновими мельтейгітами. Ореоли фенітизації мають незначну потужність (до кількох метрів). Фенітизація проявилася більш інтенсивно у верхньому езоконтакті інтрузії порівняно з нижнім. Фенітизація гранітоїдів завершується утворенням порід сієнітового складу. Ендоконтакти інтрузії лужно-ультраосновних порід зазнали контамінації гранітоїдним матеріалом з утворенням гібридних безнефелінових порід альбіт-діопсидового складу або меланократових сієнітів типу твейтозитів. Розглянуто роль SiO_2 і $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ в процесі формування фенітів.

Ключові слова: лужно-ультраосновні породи; олівіновий якупірангіт; олівіновий мельтейгіт; апогранітоїдний феніт.

Цитування: Кривдік С.Г., Цимбал О.Ю. Особливості процесу фенітизації в езоконтактних ореолах лужно-ультраосновних порід північно-західної частини Українського щита. *Геологічний журнал*. 2023. № 3 (384). С. 33–44. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2023.3.276467>

Citation: Kryvdik S.G., Tsymbal O.Yu. 2023. Peculiarities of fenitization process in exocontactic aureoles of alkaline-ultrabasic rocks in the North-Western part of the Ukrainian Shield. *Geologičnij žurnal*, 3 (384): 33–44. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2023.3.276467>

© Видавець Інститут геологічних наук НАН України, 2023. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

© Publisher Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, 2023. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Вступ

Інтрузії лужно-ультраосновних порід північно-західної частини Українського щита (УЩ), як це характерно для такого типу порід, супроводжуються екзоконтактовою фенітизацією навколишніх (вміщувальних) різноманітних гранітоїдів. Серед останніх домінують власне граніти (двопольовошпатові, суттєво плагіоклазові), але широко розповсюджені кварцові діорити, гранодіорити, рідше трапляються гнейси і пегматити. В розрізах деяких свердловин такі гранітоїди нерідко перемежуються між собою. В існуючих стратиграфічних схемах ці гранітоїди розглядаються в складі житомирського, бердичівського та шереметівського комплексів.

У районі виявлено чотири ділянки розвитку лужно-ультраосновних порід (Городницька, Глумчанська, Болярківська та Губківська) (Баран, 2012). Ще раніше в 1987 р. було виокремлено та описано феніти с. Березова Гать (Кривдик, Ткачук, 1988). Феніти супроводжують названі інтрузії лужно-ультраосновних порід, але детальніше їх вивчено в Городницькій інтрузії (похилої дайкоподібної форми), в якій бурінням розкрито один верхній і два нижніх контакти лужно-ультраосновних порід з вміщувальними гранітоїдами (Цимбал и др., 1997). Виявлено деякі відмінності процесу фенітизації в нижньому і верхньому екзоконтактах цієї інтрузії.

Феніти вперше виділено у 1921 р. у карбонатитовому комплексі Фен (Brögger, 1921) як гібридні породи, що утворилися в результаті реагування мельтейгітів з вміщувальними гранітами. Пізніше Г. Еккерман (Ekkerman, 1948) стверджував, що апогранітоїдні феніти утворилися в екзоконтактових ореолах карбонатитових інтрузій (штоки, дайки). Цей дослідник вважав, що і всі інші лужні породи комплексу Ально (ійоліт-мельтейгіти, нефелінові та лужні сіеніти) є продуктами фенітизації за участі лужних флюїдів (переважно K_2CO_3), які виділилися з карбонатитових розплавів. Проте, згідно з аналізом опублікованих і авторських даних (Глевасский, Кривдик, 1981; Кривдик, Ткачук, 1990), процес фенітизації гранітоїдів

завершувався утворенням порід сієнітового та суттєво альбітового або калішпатового складу, що проявляється і в лужно-ультраосновних породах північно-західної частини УЩ.

Хоча в статті розглядаються переважно фенітові ореоли та хімізм процесу фенітизації в найдетальніше вивченій Городницькій інтрузії (Цимбал и др., 1997), цей опис доповнюється результатами фрагментарних досліджень фенітів та їхніх мінералів з Глумчанської ділянки, де серед лужно-ультраосновних порід спостерігалися невеликі (до кількох сантиметрів) включення або мікроксеноліти інтенсивно альбітизованих апогранітоїдних фенітів з лужними амфіболами. Згадуються і особливості фенітів Березової Гаті.

Мета роботи. Розгляд фенітів Городницької інтрузії лужно-ультраосновних порід, які в деяких аспектах є незвичними (примітивний високомагнезійний склад з аномально низьким вмістом несумісних рідкісних елементів (Nb, Zr, REE)*), а також фосфору і титану; пояснення особливостей фенітизації навколишніх гранітоїдів.

Методи досліджень. Петрографічні дослідження шліфів, інтерпретація матеріалів буріння, хімічні аналізи лужно-ультраосновних та вміщувальних порід і мікрозондові дослідження мінералів фенітів.

Екзоконтактові феніти Городницької інтрузії

Як зазначалося вище і показано на рис. 1, в похилій дайко- або штокоподібній інтрузії свердловинами розкрито два нижніх (лежачий бік) і один верхній (висячий бік) контакти лужно-ультраосновних порід з вміщувальними гранітами. Потужність інтрузії оцінюється у двох перетинах свердловинами в інтервалі від 15–20 до 40 м. Інтрузія складена переважно меланократовими олівіновими мельтейгітами та олівіновими якупірангітами. Схоже на те, що останніх більше в нижній частині розрізу, де, ймовірно, відбувалася

*Лужно-ультраосновні породи Городницької та інших досліджуваних інтрузій району (і відповідно пов'язані з ними феніти) характеризуються аномально низьким як для такого типу порід вмістом вказаних елементів. Про це готується окрема стаття.

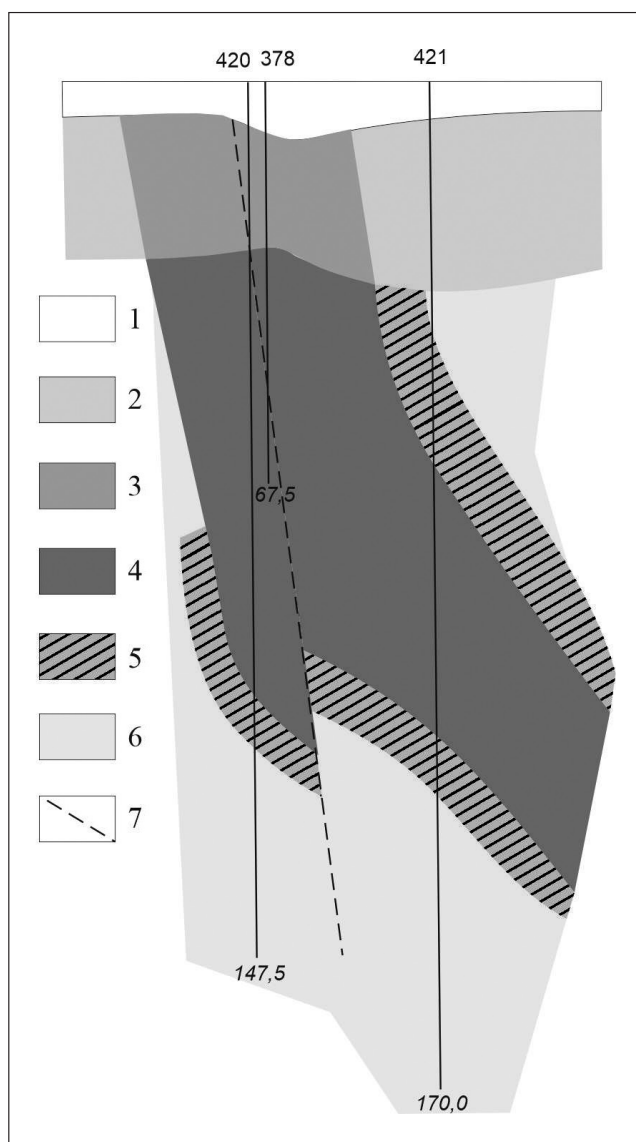


Рис. 1. Геологічний розріз Городницької інтрузії (Цымбал и др., 1997):

1 – неоген-четвертинні відклади; 2, 3 – кора вивітрювання (2 – лужно-ультраосновних порід, 3 – гранітоїдів); 4 – лужно-ультраосновні породи; 5 – зона фенітизації; 6 – вміщувальні гранітоїди; 7 – тектонічні порушення

Fig. 1. The geological section of the Horodnytska intrusion (Tsymbal et al., 1997):

1 – Neogene-Quaternary sediments; 2, 3 – weathering crust (2 – on alkaline ultrabasic rocks, 3 – on granitoids); 4 – alkaline ultrabasic rocks; 5 – zone of fenitization; 6 – host granitoids; 7 – tectonic faulting zones

кумуляція олівіну (форстериту). Збагачені олівіном якупірангіти за хімічним і мінеральним складом (до 22 % MgO) наближаються до лужних пікритів (хатангітів). У шліфах спостерігалися у верхній і середній частинах розрізу також більш лейкократові породи мельтейгітового складу, але вони кількісно підпорядковані мелократовим мельтейгітам та якупірангітам (табл. 1, 2).

Фенітові ореоли в гранітоїдах доволі малопотужні і не перевищують 3–4 м, тоді як у більшості типових карбонатитових і лужно-ультраосновних інтрузіях ширина фенітових ореолів близька до розмірів (діаметрів) цих інтрузій або й перевищує їх (інколи згадуються перші ознаки фенітизації на віддалі до 5 км від контакту). Зміни хімічного і мінерального

складу інтенсивніше проявляються у верхньому ореолі (гранітоїди залягають над лужно-ультраосновними породами), де по гранітоїдах утворюються феніти сієнітового складу з піроксеном, а розрахований склад плагіоклазу варіює в межах № 3–18, тоді як у вміщувальних діоритах, гранодіоритах і плагіогранітах, в яких не проявляються видимі в шліфах ознаки фенітизації, плагіоклаз є більш основним (№ 46–52). Подібним чином змінюється коефіцієнт агпайтності $((Na + K) / Al)$: у фенітах він становить 0,73–0,95, а в вміщувальних гранітоїдах – 0,40–0,53.

Водночас у нижньому ореолі (перетнуто двома свердловинами) зміни хімічного і мінерального складу приконтактних гранітоїдів доволі відмінні від таких у верхньому ореолі.

Таблиця 1. Хімічний склад лужно-ультраосновних порід Городницької інтрузії, вмщувальних гранітоїдів та апогранітоїдних фенітів у верхньому і нижньому екзоконтактах інтрузії, св. 421

№ з/п	Глибина, м	Порода	SiO ₂	TiO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
1	46,8	Плагіограніт гранат-біотитовий	70,51	0,62	13,73	0,67	4,52	0,05	2,22	2,87	2,28	1,52
2	48,7	Діорит біотит-кварцовий	67,30	0,70	15,25	1,03	4,60	0,04	2,56	1,77	3,00	2,00
3	52,3	Діорит біотит-кварцовий	59,40	0,94	18,08	1,26	6,75	0,06	3,35	1,55	2,66	2,96
4	55,2	Гранодіорит гранофіровий	63,37	0,84	16,31	1,61	5,75	0,05	2,95	1,77	2,85	2,60
5	58,4	Гранодіорит	55,19	1,09	20,45	1,20	8,05	0,08	3,59	1,88	3,28	2,86
6	60,1	Граніт гранофіровий	64,86	0,62	16,24	0,99	5,60	0,07	3,34	1,66	2,56	2,34
7	62,2	–	69,21	0,74	12,63	0,66	4,81	0,07	2,62	2,98	3,00	1,66
8	63,1	Феніт апогнейсовий	62,64	0,65	15,41	1,25	5,72	0,11	3,38	1,82	5,80	1,50
9	65,4	Лужний сіеніт альбіт-рибекітовий	63,15	0,52	14,27	1,69	3,74	0,06	4,56	1,98	6,54	0,56
10	65,4	Феніт егірін-рибекітовий	59,21	0,51	13,82	1,64	5,01	0,17	5,59	3,49	6,92	0,50
11	65,8	Сіеніт двопольовошпат-піроксеновий	52,13	0,66	10,41	2,87	6,82	0,24	8,49	8,28	5,33	1,00
12	66,5	Альбіт-діопсидова порода з олівіном	46,10	0,62	9,10	2,75	7,44	0,32	12,87	11,67	2,30	0,70
13	67,5	Ййоліт пегматоїдний змінений	37,68	0,53	6,72	5,55	10,92	0,51	16,16	6,40	1,20	0,32
14	68,5	Якупірангіт	45,30	0,36	6,22	3,11	6,47	0,34	14,89	15,27	2,00	0,40
15	71	Якупірангіт олівінвмісний	43,69	0,52	6,34	4,28	4,16	0,15	19,44	15,58	0,82	0,48
16	73,1	Мельтейгіт меланократовий	45,10	0,60	7,24	4,85	5,72	0,23	14,20	15,83	1,33	0,60
17	76	Якупірангіт амфіболізований	44,41	0,66	8,06	5,09	4,74	0,19	15,14	16,90	1,10	0,72
18	78,3	Якупірангіт олівіновий	44,30	0,57	6,39	3,84	5,68	0,20	16,26	17,35	0,90	0,40
19	80,0	–	44,21	0,51	6,33	4,08	4,79	0,24	17,27	16,73	1,05	0,50
20	83,0	–	43,65	0,58	6,60	4,76	4,60	0,20	15,93	17,02	1,60	0,70
21	85,2	–	42,70	0,47	5,62	6,06	5,04	0,26	18,23	15,04	1,60	0,70
22	87,0	Мельтейгіт меланократовий	42,44	0,46	9,37	4,45	5,72	0,19	17,06	12,61	2,48	1,00
23	88,1	–	44,65	0,57	7,70	3,64	4,32	0,15	15,70	17,26	2,30	0,60
24	90,0	Якупірангіт олівіновий	42,18	0,47	6,45	4,80	4,68	0,26	20,00	13,40	1,70	0,30
25	92,0	Якупірангіт олівіновий амфіболізований	43,31	0,57	8,74	4,73	4,60	0,19	15,57	14,92	2,72	0,80
26	94,2	–	43,34	0,47	6,60	4,10	5,03	0,18	18,11	15,59	1,80	0,50
27	97,3	–	43,10	0,37	7,93	3,73	4,47	0,19	19,56	13,28	2,00	0,60
28	100,0	Якупірангіт	45,28	0,41	5,90	3,20	4,15	0,17	18,06	16,81	1,00	0,30
29	101,9	–	44,20	0,50	6,27	4,05	4,18	0,18	16,34	18,01	1,70	0,40
30	104,5	Мельтейгіт меланократовий амфіболізований	42,12	0,47	9,27	3,22	4,40	0,15	13,81	18,0	2,42	0,60
31	105,3	Якупірангіт олівіновий	45,20	0,42	6,03	5,00	3,67	0,16	19,04	15,46	1,55	0,46
32	106,1	Мельтейгіт олівіновий	46,23	0,41	6,71	2,84	4,29	0,17	17,32	16,11	1,68	0,70
33	106,4	Мельтейгіт контамінований	49,59	0,48	5,09	1,52	4,58	0,16	15,06	16,05	2,63	0,70
34	106,9	Діопсид-альбітова порода	52,82	0,65	7,95	0,65	6,08	0,16	9,38	13,56	3,26	0,66
35	107,3	Сіеніт кварцовий	58,84	0,60	16,08	2,46	5,03	0,12	4,24	2,22	5,08	2,55
36	107,8	Сіеніт лужно-польовошпатовий	62,26	0,54	15,66	2,14	5,40	0,09	3,32	1,78	4,04	2,93
37	108,4	–	65,68	0,81	14,20	2,48	4,97	0,06	2,29	2,02	3,62	2,52
38	190,6	Сіеніт з гранофіром	58,52	0,90	17,34	1,07	6,89	0,08	3,73	1,89	4,11	3,20
39	110,2	Феніт по граніту	56,74	0,94	17,00	3,84	6,12	0,08	3,24	2,66	3,41	3,23
40	112,8	Граніт	67,16	0,66	14,00	2,72	4,03	0,06	2,65	2,89	3,41	1,60
41	114,6	Граніт біотитовий	66,42	0,52	14,07	0,88	5,69	0,05	2,92	1,78	4,04	1,53
42	116,8	–	68,66	0,60	13,18	2,02	3,53	Сл.	0,81	2,00	3,20	5,23
43	127,0	Граніт трахітоїдний	69,67	0,57	13,75	0,51	3,24	0,03	1,53	1,10	2,52	5,20
44	160,4	Граніт двослюдяний	74,99	0,08	13,45	0,87	1,44	0,03	0,56	0,66	3,80	2,90

* Впп – втрати (маси породи) при прожарюванні (нагріванні) / LOI (lost by ignition).

Table 1. Chemical composition of alkaline-ultrabasic rocks in Horodnytska intrusion, country granitoids and apogranitoid fenites from upper and lower exocontacts of intrusion, drill hole 421

S	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	CO ₂	H ₂ O	Впп*	Сума	Kar	Na/K	№ Pl	Порода	Глибина, м	№ з/п
0,02	0,13	0,03	–	Сл.	1,21	100,38	0,40	2,31	52	Плагиограніт гранат-біотитовий	46,8	1
0,03	0,15	0,04	0,31	Сл.	1,40	100,18	0,46	2,29	46	Діорит біотит-кварцовий	48,7	2
0,16	0,13	0,03	0,39	Сл.	2,01	99,73	0,42	1,37	54	Діорит біотит-кварцовий	52,3	3
0,08	0,16	0,03	0,49	Сл.	1,52	100,38	0,47	1,64	46	Гранодіорит гранофіровий	55,2	4
0,03	0,15	0,03	0,42	Сл.	2,11	100,41	0,42	1,74	52	Гранодіорит	58,4	5
0,05	0,16	0,03	0,46	Сл.	1,06	100,04	0,41	1,67	53	Граніт гранофіровий	60,1	6
0,11	0,09	0,03	0,39	Сл.	0,74	99,74	0,53	2,74	38	–	62,2	7
0,17	0,09	<0,01	1,12	0,10	0,16	99,92	0,73	5,88	18	Феніт апогнейсовий	63,1	8
0,04	0,16	0,02	0,53	0,12	1,91	99,85	0,79	19,2	12	Лужний сіеніт альбіт-рибекітовий	65,4	9
0,25	0,17	<0,01	1,33	0,19	0,82	99,62	0,86	22,3	8	Феніт егірін-рибекітовий	65,4	10
0,05	0,18	0,06	1,88	0,12	1,86	100,38	0,95	7,77	3	Сіеніт двопольовошпат-піроксенний	65,8	11
0,14	0,13	<0,01	1,68	1,02	3,14	99,98	0,49	5,29	–	Альбіт-діопсидова порода з олівіном	66,5	12
0,58	0,21	0,21	5,92	Сл.	7,46	100,37	0,34	5,43	–	Гіоліт пегматоїдний змінений	67,5	13
0,02	0,16	0,23	2,66	Сл.	2,96	100,39	0,59	8,0	–	Якупірангіт	68,5	14
0,02	0,10	0,23	1,02	Сл.	3,57	100,40	0,29	2,6	–	Якупірангіт олівінвмісний	71	15
0,08	0,14	0,04	1,61	0,32	1,83	99,72	0,40	3,05	–	Мельтейгіт меланократовий	73,1	16
0,05	0,16	0,13	0,74	Сл.	2,39	100,48	0,32	2,7	–	Якупірангіт амфіболізований	76	17
0,02	0,14	0,12	1,80	Сл.	2,02	99,99	0,30	3,75	–	Якупірангіт олівіновий	78,3	18
0,06	0,11	0,04	1,05	0,15	2,64	99,76	0,35	3,4	–	–	80,0	19
0,06	0,14	0,15	1,55	0,05	2,50	100,09	0,51	3,71	–	–	83,0	20
Сл.	0,14	0,17	1,28	Сл.	2,95	100,26	0,60	3,71	–	–	85,2	21
0,07	0,12	0,03	1,05	0,16	2,54	99,75	0,56	4,0	–	Мельтейгіт меланократовий	87,0	22
Сл.	0,09	0,15	0,93	Сл.	1,97	100,03	0,57	6,17	–	–	88,1	23
0,07	0,14	0,16	1,14	0,17	5,06	100,38	0,47	6,0	–	Якупірангіт олівіновий	90,0	24
0,08	0,12	0,15	1,10	0,12	2,68	100,40	0,62	4,89	–	Якупірангіт олівіновий амфіболізований	92,0	25
0,10	0,15	0,19	1,03	0,10	3,18	100,47	0,52	5,8	–	–	94,2	26
0,07	0,09	0,18	0,75	Сл.	3,95	100,27	0,49	5,3	–	–	97,3	27
0,13	0,09	0,12	0,98	0,20	2,91	99,71	0,33	5,73	–	Якупірангіт	100,0	28
Сл.	0,18	0,16	1,48	Сл.	2,62	100,27	0,50	6,75	–	–	101,9	29
Сл.	0,26	0,17	2,40	0,08	3,08	100,48	0,49	6,5	–	Мельтейгіт меланократовий амфіболізований	104,5	30
0,06	0,11	0,35	0,88	0,20	1,81	100,40	0,50	5,0	–	Якупірангіт олівіновий	105,3	31
0,05	0,13	0,16	1,33	0,11	1,73	99,97	0,52	3,86	–	Мельтейгіт олівіновий	106,1	32
0,05	0,03	0,15	2,88	0,14	0,98	100,09	0,99	6,07	–	Мельтейгіт контамінований	106,4	33
0,03	0,20	<0,01	2,88	0,12	1,44	99,84	0,77	7,57	14	Діопсид-альбітова порода	106,9	34
0,15	0,18	0,04	0,84	0,46	1,32	100,21	0,68	2,92	24	Сіеніт кварцовий	107,3	35
0,12	0,13	–	0,52	0,21	0,91	100,05	0,63	2,11	30	Сіеніт лужно-польовошпатовий	107,8	36
0,07	0,15	0,09	0,38	0,18	0,59	100,11	0,62	5,17	31	–	108,4	37
0,08	0,13	0,04	0,59	0,13	1,26	99,96	0,59	1,44	35	Сіеніт з гранофіром	190,6	38
0,01	0,17	0,01	0,56	0,16	1,86	100,03	0,54	1,94	41	Феніт по граніту	110,2	39
0,09	0,15	0,06	0,31	0,11	0,56	100,46	0,53	3,24	37	Граніт	112,8	40
0,04	0,17	0,04	0,21	0,19	1,12	99,67	0,59	4,09	30	Граніт біотитовий	114,6	41
0,05	0,30	0,05	0,10	0,12	0,54	100,39	0,83	0,95	17	–	116,8	42
0,02	0,30	Сл.	0,24	0,09	0,80	99,57	0,71	0,74	33	Граніт трахітоїдний	127,0	43
0,02	0,30	Сл.	0,21	0,09	0,60	100,00	0,70	1,97	24	Граніт двослюдяний	160,4	44

Примітка: 1–7, 40–44 – вмішувальні гранітоїди; 13–33 – лужно-ультраосновні породи; 8–11, 35–39 – феніти та сіеніти; 12, 34 – альбіт-діопсидові породи Kar – (Na + K) / Al.

Note: 1–7, 40–44 – country granitoids; 13–33 – alkaline-ultrabasic rocks; 8–11, 35–39 – fenites and syenites; 12, 34 – albite-diopside rocks; Kar – (Na + K) / Al.

Таблиця 2. Хімічний склад лужно-ультраосновних порід Городницької інтрузії та апогранітоїдних фенітів з нижнього екзоконтакту інтрузії, св. 420

№ з/п	Глибина, м	Порода	SiO ₂	TiO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
1	38,3	Мельтейгіт олівінвмісний	42,83	0,47	15,04	3,81	4,89	0,14	9,55	13,26	2,10	1,90
2	40,0	Ййоліт олівіновий	44,11	0,23	14,07	2,24	3,93	0,11	13,57	13,65	1,70	2,00
3	41,5	Ййоліт олівіновий амфіболізований	42,32	0,25	14,72	4,81	4,68	0,21	13,80	9,52	5,20	1,60
4	42,0	Ййоліт олівіновий	43,92	0,27	12,42	3,45	4,64	0,12	13,16	13,33	4,30	1,22
5	44,5	–	43,75	0,27	12,90	2,93	4,57	0,15	13,21	13,44	4,30	1,04
6	46,5	–	43,32	0,36	11,68	4,22	5,57	0,14	13,10	13,86	4,00	0,83
7	85,5	Мельтейгіт олівіновий	42,46	0,22	9,93	3,87	4,93	0,19	19,80	9,65	2,60	0,94
8	87,5	–	43,04	0,30	8,74	4,22	4,71	0,19	18,10	12,52	2,48	0,64
9	89,0	–	41,04	0,29	10,89	3,96	5,00	0,19	19,39	9,17	3,70	0,94
10	90,2	–	40,09	0,50	9,69	6,09	5,72	0,22	18,90	9,59	2,84	0,86
11	92,5	–	42,36	0,28	8,75	3,84	5,00	0,16	20,00	11,02	2,88	0,70
12	94,0	Якупірангіт олівіновий	42,52	0,30	6,89	4,05	4,93	0,19	21,57	12,23	1,64	0,40
13	95,8	–	43,34	0,35	6,17	4,40	5,14	0,20	21,79	11,91	1,50	0,40
14	97,5	–	42,58	0,32	7,96	4,39	5,29	0,21	20,24	11,35	2,16	0,66
15	99,7	–	42,54	0,27	9,26	4,85	4,64	0,20	17,79	13,54	1,14	0,62
16	101,4	–	43,94	0,32	4,97	4,36	4,43	0,18	21,94	13,04	1,12	0,30
17	102,2	–	43,02	0,27	6,76	4,27	4,14	0,18	21,05	12,39	1,36	0,50
18	103,3	–	43,98	0,27	6,22	3,79	4,30	0,14	21,33	12,96	0,68	0,50
19	103,9	–	44,44	0,23	4,91	2,89	4,07	0,18	21,50	15,05	0,60	0,36
20	104,4	–	44,06	0,26	4,36	4,33	3,71	0,17	21,44	14,64	0,60	0,32
21	104,7	–	44,67	0,22	4,57	2,38	4,71	0,11	21,03	15,54	0,40	0,27
22	105,2	–	45,97	0,27	4,82	1,69	8,93	0,21	13,61	16,66	0,70	0,30
23	105,5	Альбіт-діопсидова порода з олівіном	50,27	0,31	7,40	1,06	5,36	0,17	13,61	16,80	1,90	0,36
24	105,7	Граніт фенітизований	67,60	0,56	14,56	0,20	4,79	0,04	3,41	1,47	3,22	2,18
25	106,0	–	64,53	0,51	16,01	0,58	5,07	0,07	3,11	1,82	4,20	2,27
26	106,5	Гранодіорит	65,46	0,56	15,93	0,42	5,21	0,04	2,72	1,60	2,66	2,88
27	107,5	–	63,94	0,51	16,01	0,58	5,79	0,08	3,16	2,31	2,58	2,66
28	108,5	–	64,57	0,31	16,44	0,26	5,36	0,06	3,40	1,82	2,86	2,54
29	108,9	Граніт	67,77	0,46	15,42	0,69	4,43	0,03	2,09	1,47	2,60	2,80
30	112,8	Граніт двопольовошпатовий	68,84	0,41	15,25	0,28	3,36	0,02	1,25	0,91	2,50	5,52
31	127,4	–	69,85	0,37	14,57	0,2	3,57	0,02	1,65	0,98	2,48	5,06

* Впп – втрати (маси породи) при прожарюванні (нагріванні) / LOI (lost by ignition).

** Кар – (Na + K) / Al.

Тут не відмічалися сієніти з піроксеном у фенітизованих гранітоїдах, що набули близького до сієнітового та кварц-сієнітового складу, коефіцієнт агпаїтності практично такий же, як і у вмщувальних гранітоїдах (0,50–0,68 і 0,46–0,70, відповідно). Не зафіксовано також суттєвих відмінностей в розрахованому складі плагіоклазу в приконтактних фенітизованих гранітоїдах, що набули складу, близького до сієнітів або кварцових сієнітів, і у вмщувальних гранітоїдах. В одному ореолі

плагіоклаз цих фенітизованих порід змінюється в межах № 24–31, в другому – № 31–39, а в гранітоїдах без видимих ознак фенітизації – № 33–52, в двох зразках лейкократових гранітів – № 17 і 24 (див. табл. 1, 2).

Ще однією цікавою особливістю фенітових ореолів у Городницькій інтрузії є зміна хімічного та мінерального складу лужно-ультраосновних порід в ендоконтактній частині інтрузії. На контакті з апогранітоїдними фенітами в лужно-ультраосновних

Table 2. Chemical composition of alkaline-ultrabasic rocks in Horodnytska intrusion, country granitoids and apogranitoid fenites from lower exocontacts of intrusion, drill hole 420

S	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	CO ₂	H ₂ O	Впп*	Сума	Kar**	Na/K	№ Pl	Порода	Глибина, м	№ з/п
0,04	0,18	0,05	1,18	0,25	4,20	99,86	0,37	1,7	–	Мельтейгіт олівінвмісний	38,3	1
0,05	0,09	0,06	0,74	0,20	2,99	99,74	0,35	1,29	–	Ййоліт олівіновий	40,0	2
0,06	0,10	0,05	0,77	0,21	1,93	100,23	0,70	4,54	–	Ййоліт олівіновий амфіболізований	41,5	3
0,09	0,10	0,06	1,02	0,09	1,36	99,55	0,66	5,52	–	Ййоліт олівіновий	42,0	4
0,08	0,11	0,07	1,15	0,11	1,46	99,54	0,64	6,0	–	–	44,5	5
0,12	0,10	0,06	0,80	0,09	1,42	99,67	0,64	7,22	–	–	46,5	6
0,02	0,08	0,13	0,80	0,19	3,95	99,76	0,54	4,0	–	Мельтейгіт олівіновий	85,5	7
0,02	0,10	0,15	1,02	0,20	3,31	99,84	0,54	6,5	–	–	87,5	8
0,01	0,16	0,11	1,02	0,21	3,73	99,82	0,66	5,71	–	–	89,0	9
–	0,10	0,06	1,02	0,16	3,74	99,58	0,58	4,84	–	–	90,2	10
0,03	0,12	0,10	0,68	0,22	3,63	99,77	0,63	6,71	–	–	92,5	11
0,03	0,10	0,09	0,95	0,18	3,57	99,64	0,45	6,63	–	Якупірангіт олівіновий	94,0	12
0,02	0,08	0,11	0,74	0,18	3,19	99,52	0,46	6,0	–	–	95,8	13
0,03	0,10	0,10	0,54	0,15	3,82	99,90	0,53	5,31	–	–	97,5	14
0,09	0,10	0,12	1,19	0,23	3,21	99,79	0,27	3,08	–	–	99,7	15
0,02	0,08	0,15	0,68	0,18	3,96	99,67	0,41	6,08	–	–	101,4	16
0,05	0,13	0,10	0,95	0,21	4,53	99,91	0,43	3,38	–	–	102,2	17
0,01	0,08	0,11	0,74	0,30	4,28	99,69	0,26	2,2	–	–	103,3	18
0,03	0,08	0,18	1,07	0,12	4,29	100,00	0,28	2,86	–	–	103,9	19
0,06	0,08	0,11	1,76	0,32	3,44	99,66	0,31	3,33	–	–	104,4	20
0,14	0,08	0,18	1,02	0,21	4,39	99,92	0,19	2,4	–	–	104,7	21
0,21	0,12	0,15	3,20	0,47	2,76	100,07	0,30	3,66	–	–	105,2	22
0,03	0,09	0,10	1,02	0,09	1,11	99,68	0,47	8,87	–	Альбіт-діопсидова порода з олівіном	105,5	23
0,14	0,12	0,01	0,27	0,11	1,19	99,87	0,53	2,26	39	Граніт фенітизований	105,7	24
0,08	0,16	0,02	0,68	0,11	0,75	99,97	0,60	2,72	31	–	106,0	25
0,05	0,12	0,04	0,27	0,12	1,39	99,57	0,47	1,39	49	Гранодіорит	106,5	26
0,05	0,18	0,03	0,70	0,09	1,19	99,86	0,45	1,47	52	–	107,5	27
0,04	0,19	0,01	0,32	0,13	1,30	99,67	0,46	1,67	49	–	108,5	28
0,07	0,21	0,01	0,13	0,07	1,53	99,78	0,48	1,4	48	Граніт	108,9	29
0,10	0,24	<0,01	0,14	0,11	0,68	99,61	0,66	0,68	40	Граніт двопольовошпатовий	112,8	30
–	0,21	–	0,13	0,08	0,77	99,94	0,66	0,75	38	–	127,4	31

Примітка: 1–22 – лужно-ультраосновні породи; 23 – альбіт-діопсидова порода; 24, 25 – феніти; 26–31 – вмщувальні гранітоїди.

Note: 1–22 – alkaline-ultrabasic rocks; 23 – albite-diopside rock; 24, 25 – fenites; 26–31 – country granitoids.

породах відсутній («втрачається») нефелін і утворюються альбіт-діопсидові породи (див. табл. 1, 2) або меланократові сіенітоподібні породи типу твейтозитів (див. табл. 1, ан. 11), що відмічалось в попередній публікації (Цымбал и др., 1997). Діопсид-альбітові породи трактувалися як утворення в ендоконтактовій частині інтрузії в результаті контамінації лужно-основного розплаву вмщувальними гранітоїдами. Ці породи

розраховуються на такі головні нормативні мінерали, як діопсид, альбіт, ортоклаз, з домішкою в одних випадках олівіну, а в інших – навіть кварцу (див. табл. 1, ан. 12, 34; табл. 2, ан. 23). В поодиноких аналізах розраховується незначна кількість нефеліну (перші %), і такі породи складаються (%) з діопсиду (~50), альбіту (20), форстериту (18) і домішки кальциту (7), магнетиту, ільменіту (див. табл. 1, ан. 33).

Деякі текстурно-структурні особливості та зміни мінерального складу в апогранітоїдних фенітах

Хоча проявляються деякі особливості процесу фенітизації залежно від складу вихідних гранітоїдів, проте загальним для цього процесу є перетворення (заміщення) цих гранітоїдів від початкових до завершальних стадій в породи сієнітового або суттєво альбітового складу, рідше – калішпатового (частіше утворюються альбіт-мікроклінові феніти). В досліджуваній Городницькій інтрузії перші ознаки фенітизації гранітоїдів проявляються в новоутвореннях мінералів у кварцвмісних ділянках (як найбільш вразливих). У кварці можуть з'являтися голочки блідно-зеленого амфіболу типу рихтериту, плагіоклаз у приконтактовій зоні з кварцом починає заміщуватися альбітом, як відмічалось в попередній публікації (Цымбал и др., 1997), та дрібнозернистим агрегатом альбіту та мікрокліну. В реліктовому плагіоклазі утворюються симплектикоподібні виділення буруватого слюдистого мінералу (мусковіт) з пилюватими включеннями рудного мінералу. Зі зростанням інтенсивності процесу фенітизації (з наближенням до контакту з лужно-ультраосновними породами) з'являється лужний амфібол або піроксен егірін-салітового типу. Цікаво, що такий піроксен на перших стадіях виділяється по краях зерен кварцу напроти прилягаючого біотиту, а між біотитом і квар-

цом з піроксеновою облямівкою утворюється дрібнозернистий агрегат альбіту та калішпату, видовжені зерна яких орієнтовані перпендикулярно до контурів зерен кварцу («коронарні структури»). Такі утворення спостерігалися в фенітах Березової Гаті (фото наведено в роботі (Кривдик, Ткачук, 1990)). В подальшому піроксен може формувати суцільні або переривчасті облямівки навколо кварцу або утворювати (часто разом з лужним амфіболом) прожилки в фенітах. В кінцевому результаті процес фенітизації найчастіше завершується формуванням порід калішпат-альбітового складу з лужними піроксенами та амфіболами. Частіше такі сієніти без кварцу, хоча в фенітових ореолах трапляються лужні кварцові сієніти (граносієніти, іноді пегматоїдні), походження яких є не зовсім зрозумілим. Припускається (Глевасский, Кривдик, 1981; Кривдик, Ткачук, 1990), що це можуть бути реоморфічні феніти.

В деяких випадках формуються феніти суттєво альбітового складу, наприклад, на Глумчанській ділянці (табл. 3, ан. 4). Було зафіксовано, що дрібні ксеноліти фенітів (фенітизованих гранітоїдів) у лужно-ультраосновних породах перетворюються в альбітиту з лужними амфіболами (Кривдик и др., 2003) (див. табл. 3, ан. 4, 5). В одному випадку спостерігалися фенітизовані гранатвмісні граніти (бердичівського комплексу?), в яких гранат заміщувався дрібнозернистим зеленим слюдистим мінералом.

Таблиця 3. Хімічний склад окремих зразків лужних порід Глумчанської ділянки, апогранітоїдного феніту та лужного амфіболу з мікроксеноліту феніту в олівіновому мельтейгіті

№ з/п	№ свердловини	Глибина, м	Порода/мінерал	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	S
1	141	24,8	Олівіновий мельтейгіт	43,9	1,68	16,51	4,4	8,8	0,1	7,01	9,03	1,87	3,02	0,01
2	141	40,3	–	42,66	1,68	20,45	1,66	9,35	0,12	7,9	3,54	2,74	5,6	0,21
3	141	76,5	–	47,28	0,97	12,46	1,99	7,39	0,15	13,92	3,62	2,39	4,69	0,02
4	141	74,1	Феніт апогранітоїдний (альбітит)	62,35	0,48	16,36	0,86	3,02	0,06	2,26	2,7	8,71	0,52	0,02
5	140	72,6	Олівіновий мельтейгіт	44,96	1,48	11,24	3,44	6,97	0,19	13,99	5,49	3,20	4,69	0,73
6	140	72,6	Лужний амфібол арфведсоніт-екерманітової серії	53,68	0,06	5,09	–	9,48	–	11,41	3,63	6,59	3,24	–

* Впп – втрати (маси породи) при прожарюванні (нагріванні) / LOI (lost by ignition).

Особливості хімізму процесу утворення апогранітоїдних фенітів

Як згадувалося вище, фенітизація гранітоїдів завершується породами сієнітового, кварц-сієнітового або суттєво альбітового складу (див. табл. 1–3). Очевидно, що в таких фенітах зменшується вміст SiO_2 ($\approx 60\% \text{SiO}_2$) порівняно з типовими гранітами ($70\text{--}75\% \text{SiO}_2$). Тобто, в процесі фенітизації гранітів відбувається винесення кремнезему. В той же час деякі вміщувальні породи (діорити, гранодіорити), що зазнають фенітизації, можуть мати такий же (або близький), як і в фенітах сієнітового складу, вміст SiO_2 ($58\text{--}62\%$), як це видно і в табл. 1, 2. В таких випадках SiO_2 , очевидно, майже повністю може «засвоюватися» в новоутворених фенітах.

Звичайно, в процесі фенітизації привносяться луги (переважно Na_2O), нерідко FeO (Fe_2O_3), MgO , а також CaO , тоді як вміст Al_2O_3 (враховуючи амфотерні властивості Al) залишається практично таким же, як і у вихідних породах. Привнесення лугів у процесі фенітизації гранітоїдів з утворенням альбіту та лужних піроксенів і амфіболів призводить до збільшення коефіцієнта агпайтності $((\text{Na} + \text{K}) / \text{Al})$. Так, коефіцієнт агпайтності (Ka) в альбіті (новоутвореному в фенітах) становить теоретично 1,0, тоді як в олігоклазі (№ 20) або в андезині (№ 40), які є головними силікатами у вміщувальних (вихідних) гранітах та діоритах, цей коефіцієнт має значення 0,67 і 0,43, відповідно. Навіть в альбіті № 5 і 9

коефіцієнт агпайтності значно менший, ніж у чистому альбіті (№ 0) і становить 0,9; 0,82 і 1,0, відповідно. Якщо ж зважати на те, що в фенітах (альбітових, калішпат-альбітових) з'являються (хай навіть в незначній кількості) лужні піроксени та амфіболи з низьким вмістом Al_2O_3 , то Ka сильно збільшується ($\text{Ka} > 1$).

Цікаво, що в апогранітоїдних фенітах коефіцієнт агпайтності вищий, ніж такий у фенітизуючих лужно-ультраосновних породах Городницької інтрузії (див. табл. 1, 2). Ймовірно, у вихідних розплавах цих порід було більше лугів, які разом з флюїдами мігрували в навколишні гранітоїди, зумовлюючи їх фенітизацію. Такі особливості характерні для багатьох карбонатитових і лужно-ультраосновних комплексів (наприклад, у Чернігівському, Проскурівському та Антонівському в межах УЩ, а також в Ільмено-Вишневогірському масивах на Уралі). В останньому міаскіті ($\text{Ka} < 1$) оточені фенітами ($\text{Ka} > 1$).

Принагідно зазначимо, в масивах агпайтових ($\text{Ka} > 1$) фельдшпатоїдних сієнітів (Хібінський, Ловозерський, Ілімаусацький (Гренландія)) екзоконтактові феніти мають обмежений розвиток, якщо зважати на великі або гігантські розміри названих масивів. Не спостерігалось значного розвитку або й навіть відсутності апогранітоїдних фенітів в екзоконтактах фойяїтів та маріуполітів Октябрського масиву (Приазов'я). Не виявлено типових фенітів в екзоконтактах вміщувальних гранітоїдів з сублужними піроксенітами та

Table 3. Chemical composition of separate alkaline rock samples from Hlumchanska area, apogranitoid fenite (albitite) and alkaline amphibole of arfvedsonite – eckermanite series from microxenolith in olivine melteigite

P_2O_5	Cr_2O_3	NiO	F	CO_2	H_2O	Впп*	Сума	$\frac{\text{Na}+\text{K}}{\text{Al}}$	Na/K	№ Pl	Порода/мінерал	Глибина, м	№ свердловини	№ з/п
1,25	0,058	0,027	0,13	0,18	0,05	2,3	99,94	0,38	0,97	–	Олівіновий мельтейгіт	24,8	141	1
0,82	–	–	–	–	0,39	2,36	99,08	0,52	0,75	–	–	40,3	141	2
0,22	0,099	0,061	0,19	0,62	0,03	4,48	99,67	0,72	0,78	–	–	76,5	141	3
0,44	0,03	–	–	0,55	0,01	1,2	99,86	0,89	28	6	Феніт апогранітоїдний (альбітит)	74,1	141	4
0,3	–	–	–	1,00	0,29	2,94	98,89	0,92	1,04	–	Олівіновий мельтейгіт	72,6	140	5
–	–	–	–	–	–	–	93,18	2,81	3,07	–	Лужний амфібол арфведсоніт-екерманітової серії	72,6	140	6

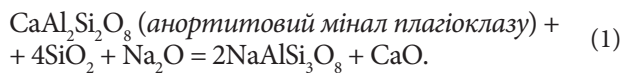
Примітка: 1–3, 5 – олівіновий мельтейгіт; 4 – апогранітоїдний феніт (альбітит); 6 – лужний амфібол арфудсоніт-екерманітової серії.

Note: 1–3, 5 – olivine melteigite; 4 – apogranitoid fenite (albitite); 6 – alkaline amphibole of arfvedsonite-eckermanite series.

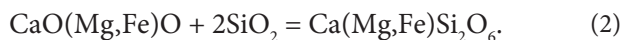
габроїдами в Покрово-Кириївському масиві, де відбуваються інші мінеральні перетворення гранітоїдів (Кривдік та ін., 2016). Отже, інтенсивна фенітизація властива лужно-ультраосновним і карбонатитовим комплексам, тоді як в інших лужних масивах (в тому числі агпайтових) вона проявляється обмежено.

Міграція головних компонентів (SiO_2 , Na_2O , K_2O) в процесі фенітизації і збільшення коефіцієнта агпайтності та зміна валового складу порід проявляються в таких перетвореннях мінерального складу: заміщення кварцу (з виносом SiO_2), заміщення перенасичених Al_2O_3 мінералів (слюд, гранатів, деяких Al-Ca-амфіболів) та анортитового міналу плагіоклазу ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$), утворення лужних піроксенів та амфіболів. Звичайно, це відбувається за участі SiO_2 , який не тільки виноситься з ореолу фенітизації, але й входить до складу новоутворених силікатів (альбіту, калішпату, піроксенів, амфіболів, а також низькоглиноземистих слюд типу аніту ($\text{K} > \text{Al}$), інколи утворюється астрофіліт).

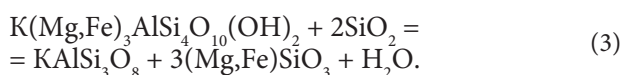
Такі перетворення починаються з найбільш «вразливих» для фенітизації кварцвмісних ділянок вихідних гранітоїдів. Так, утворення альбіту по плагіоклазу відбувається частіше по лінії контакту останнього з кварцом за такою спрощеною реакцією:



Утворення діопсидового та геденбергітового міналів піроксену може відбуватися як за рахунок вивільненого з альбітизованого плагіоклазу CaO (1), так і привнесеного або наявного в інших мінералах вихідних гранітоїдів CaO , MgO , FeO (амфіболи, епідоти тощо) за реакцією знову ж таки за участі SiO_2 :



Біотит (аніт) може заміщуватися калішпатом (і також за участі SiO_2) і піроксеном (міналом (Mg,Fe)SiO_3 піроксену фенітів):



Ми взяли спрощену формулу біотиту (аніту), але більш глиноземисті слюди (істоніт,

сидерофіліт) також будуть розкладатися за подібною схематичною реакцією. При цьому надлишок Al_2O_3 разом із SiO_2 і K_2O (частково привнесеними) можуть увійти до складу калішпату. Вивільнений CaO із заміщеного плагіоклазу альбітом та (Mg, Fe)O із біотиту разом із SiO_2 можуть утворити клінопіроксен (вірніше діопсид-геденбергітовий мінал лужного піроксену фенітів). До того ж, утворення егірину (або акмітового міналу в піроксені) у фенітах також буде здійснюватися за участі SiO_2 :



При цьому Fe_2O_3 (FeO) може бути як у заміщуваних гранітоїдах (гранати, амфіболи, слюди, магнетит, гематит), так і частково привнесеним фенітизуючими флюїдами.

Отже, на утворення нових мінералів у процесі фенітизації гранітоїдів витрачається значна частина кремнезему вихідних порід.

Ще однією цікавою особливістю досліджуваних ореолів фенітизації є утворення реакційних порід (альбіт-діопсидових, меланократових сієнітоподібних) в ендоконтактах лужно-ультраосновних порід Городницької інтрузії. В цих породах ділянками ще фіксується олівін, тоді як нефелін майже повністю відсутній, іноді розраховується (на норми) незначна кількість кварцу (SiO_2). Для утворення таких реакційних (контамінованих або гібридних порід) також витрачається деяка кількість SiO_2 із фенітизованих гранітоїдів. Подібні гібридні породи в літературі з лужних порід докладно не описуються. Так, деякі дослідники (Vuorinen, Skelton, 2004) вважають, що силікати в карбонатитах комплексу Ально утворилися в результаті асиміляції навколишніх силікатних порід. Одному з авторів (С.Г. Кривдік) доводилося спостерігати зменшення (до повного зникнення) нефеліну в сієнітах, які контактують з апогранітоїдними фенітами в Проскурівському масиві (Кривдік, Брацлавський, 1987). Подібне спостерігалось в Ільмено-Вишневогірському міаскітовому масиві, де в міаскітах на контакті з фенітами також скорочувався (аж до повної відсутності) вміст нефеліну. Схоже на те, що контамінація лужних порід у приконтактовій зоні з гранітоїдами (ендоконтакти інтрузії) має значне поширення, хоча рідко або й зовсім не відмічається в літературі.

Деякі петрогенетичні висновки

Лужно-ультраосновні породи (переважно якупірангіти та меланократові мельтейгіти) Городницької інтрузії зумовлюють екзоконтактову фенітизацію навколишніх гранітоїдів. Потужність цих ореолів незначна (перші метри). Кінцевими продуктами фенітизації є утворення порід сієнітового складу, рідше (в Глумчанській ділянці) спостерігалися суттєво альбітові феніти.

Більш інтенсивна фенітизація проявляється у верхньому екзоконтакті інтрузії (висячий бік) порівняно з нижнім екзоконтактом (лежачий бік). Це, очевидно, зумовлено інтенсивнішою фільтрацією фенітизуючих флюїдів у верхньому екзоконтакті.

Незначні за потужністю ореоли фенітизації, можливо, зумовлені тим, що серед лужно-ультраосновних порід переважають меланократові різновиди (олівінові якупірангіти, меланократові мельтейгіти) з невисоким вмістом лугів та низьким коефіцієнтом аґпаїтності. Зазначимо, що в навколишніх гранітоїдах вміст лугів часто дещо або й значно вищий, ніж в якупірангітах та меланократових мельтейгітах. До того ж, піроксени в досліджуваних лужно-ультраосновних породах представлені діопсидами (Cr-вмісними і Cr-діопсидами) з незначним вмістом натрію (акмітового міналу, нерідко з підвищеним Al_2O_3).

Можливо, в інших інтрузіях північно-західного району (Губківська, Болярківська ділянки, деякі дайки Глумчанської ділянки), серед

лужно-ультраосновних порід яких більш поширені збагачені нефеліном різновиди (мельтейгіти, йюліт-мельтейгіти), вміщувальні гранітоїди фенітизовані інтенсивніше. Принаймні, поодинокими свердловинами було розкрито суттєво альбітові апогранітоїдні феніти (див. табл. 3, ан. 4).

Однією з причин слабкої фенітизації може бути незначний ерозійний зріз Городницької інтрузії. Більш потужніші ореоли фенітизації виявлено на ділянці Березова Гать, яка має значно глибший ерозійний зріз порівняно з Городницькою інтрузією. В карбонатитових масивах мезоабісальної фації (глибиною 2–5 км) ширина фенітових ореолів частіше примірно така ж, як діаметр карбонатитових інтрузій або потужність дайкоподібних тіл лужно-ультраосновних порід. Ширина фенітових ореолів може досягати перших кілометрів, а перші ознаки фенітизації фіксуються на віддалі 3–5 км від контакту з карбонатитовими та/або лужно-ультраосновними інтрузіями.

Лужно-ультраосновні породи Городницької інтрузії, в екзоконтактних ореолах яких утворюються апогранітоїдні феніти, зазнали контамінації на контакті з фенітами з утворенням гібридних безнефелінових порід (альбіт-діопсидові, меланократові сієніти типу твейтозитів).

Загалом же лужно-ультраосновні породи Городницької інтрузії характеризуються властивими для такого типу порід особливостями, включаючи фенітизацію вміщувальних гранітоїдів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Баран А.М. Геологія сублужних і лужних базит-ультрабазитів Новоград-Волинського блоку. Автореф. дис. ... канд. геол. наук. Київ, 2012. 20 с.
- Глевасский Е.Б., Кривдик С.Г. Докембрійський карбонатитовий комплекс Приазов'я. Київ: Наукова думка, 1981. 227 с.
- Кривдик С.Г., Брацлавський П.Ф. Фенити Проскурівського масива (Придністров'є). *Геол. журн.* 1987. Т. 47, № 2 (233). С. 111–124.
- Кривдик С.Г., Ткачук В.И. Фенити Березової Гати. *Геол. журн.* 1988, Т. 48, № 2 (239). С. 131–140.
- Кривдик С.Г., Ткачук В.И. Петрологія щелочних порід Українського щита. Київ: Наукова думка, 1990. 406 с.
- Кривдик С.Г., Гаценко В.О., Луцько Є.С. Про контактний вплив сублужних габроїдів (мафітів) Покрово-Київського масиву на вміщувальні граніти. *Геол. журн.* 2016. № 3 (356). С. 21–30.
- Кривдик С.Г., Цымбал С.Н., Гейко Ю.В. Протерозойський щелочно-ультраосновний магматизм северо-западної частини Українського щита як індикатор кимберлітоутворення. *Минерал. журн.* 2003. № 5/6. С. 69–70.
- Цымбал С.Н., Щербаків І.Б., Кривдик С.Г., Лабунський В.Ф. Щелочно-ультраосновні породи Городницької інтрузії (северо-запад Українського щита). *Минерал. журн.* 1997. Т. 19, № 3. С. 61–80.

- Brögger W.C. Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. IV. Das Fengebiet in Teltmark, Norwegen. *Norsk. Vidensk. Selsk. Skrifter 1, Math. Naturv. Kl.* 1921. N 9. 408 s.
- Ekkermann H. von. The alkaline district of Alnö Island. *Sver. Geol. Unders. Ser. Ca.* 1948. No. 36. P. 1–166.
- Vuorinen Jaana Hode, Skelton Alasdair D.L. Origin of silicate minerals in carbonatites from Alnö Island, Sweden: magmatic crystallization or wall rock assimilation? Department of geology and geochemistry, Stockholm university, S. 10691, Stockholm Sweden. *Terra Nova*. 2004. No. 16. P. 210–215. doi: 10.1111/j.1365-3121.2004.00557.x

Надійшла до редакції 31.03.2023

Надійшла у ревізованій формі 14.05.2023

Прийнята 12.08.2023

REFERENCES

- Baran A.M. 2012. Geology of alkaline and subalkaline ultramafites in the Novohrad-Volynskiy block. Extended abstract of candidate's thesis (Geology). Kyiv (in Ukrainian).
- Glevassky E.B., Kryvdik S.G. 1981. Precambrian carbonatite complex of the Azov Sea area. Kyiv: Naukova Dumka (in Russian).
- Kryvdik S.G., Bratslavsky P.F. 1987. Fenites of the Proskurivka massif (Transnistria). *Geologičnij žurnal*, 47, 2 (233): 111–124 (in Russian).
- Kryvdik S.G., Tkachuk V.I. 1988. Fenite of Berazova Gat. *Geologičnij žurnal*, 48, 2 (239): 131–140 (in Russian).
- Kryvdik S.G., Tkachuk V.I. 1990. Petrology of alkaline rocks of the Ukrainian Shield. Kyiv: Naukova Dumka (in Russian).
- Kryvdik S.G., Gatsenko V.O., Lunyo E.S. 2016. About contacts inflow of subalkaline gabbroids (maphites) of the Pokrovo-Kyryivskiy massif on the hosted rocks. *Geologičnij žurnal*, 3 (356): 21–30 (in Ukrainian).
- Kryvdik S.G., Tsymbal S.N., Geiko Yu.V. 2003. Proterozoic alkaline-ultrabasic magmatism in the northwestern part of the Ukrainian Shield as an indicator of kimberlite formation. *Mineralogical Journal*, 5/6: 70–69 (in Russian).
- Tsymbal S.N., Shcherbakov I.B., Kryvdik S.G., Labuznyi V.F. 1997. Alkaline-ultrabasic rocks of the Gorodnitskaya intrusion (northwest of the Ukrainian Shield). *Mineralogical Journal*, 19 (3): 61–80 (in Russian).
- Brögger W.C. 1921. Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. IV. Das Fengebiet in Teltmark, Norwegen. *Norsk. Vidensk. Selsk. Skrifter 1, Math. Naturv. Kl.* No. 9. 408 p.
- Ekkermann H. von. 1948. The alkaline district of Alnö Island. *Sver. Geol. Unders. Ser. Ca.* 36: 1–166.
- Vuorinen Jaana Hode, Skelton Alasdair D.L. 2004. Origin of silicate minerals in carbonatites from Alnö Island, Sweden: magmatic crystallization or wall rock assimilation? Department of geology and geochemistry, Stockholm university, S. 10691, Stockholm Sweden. *Terra Nova*, 16: 210–215. doi: 10.1111/j.1365-3121.2004.00557.x

Received 31.03.2023

Received in revised form 14.05.2023

Accepted 12.08.2023

Peculiarities of fenitization process in exocontact aureoles of alkaline-ultrabasic rocks in the North-Western part of the Ukrainian Shield

S.G. Kryvdik, O.Yu. Tsymbal

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

E-mail; kryvdik@ukr.net; tsymbaloleksandra1@gmail.com

*Corresponding author

The apogranitoid fenites in the exocontact parts of the Gorodnytsa intrusion of alkaline-ultrabasic rocks (northwestern part of the Ukrainian Shield) are considered. Those alkaline-ultrabasic rocks are represented by magnesian (primitive) olivine jacupirangites and melanocratic olivine melteigites. Frequently fenitization zones have a small thickness (up to several meters). The fenitization more intensively appeared in the upper level of this intrusion in comparison to the lower one. The most fenitized rocks of granitoid composition are presented by syenites. The external part of the intrusion is contaminated by hosted granitoid rocks as a result the hybrid rocks of albite-diopside composition or melanocratic syenites (without feldspathoid) are formed similar to tvaitosite. The role of SiO_2 and $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ in the condition of the fenite generation is considered.

Keywords: alkaline-ultrabasic rocks; olivine jacupirangite; olivine melteigite; apogranitoid fenite.