

ФЕНІТИ с. НАБЕРЕЖНЕ (р. КАЛЬМІУС, ПРИАЗОВ'Я)

Моргун В.Г.

E-mail: czeslawgeol@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-6255-2594>

Кривдік С.Г.

E-mail: kryvdik@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-8356-1115>

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України
03142, просп. акад. Палладіна, 34, Київ, Україна*

У Східному Приазов'ї (с. Набережне, лівий берег р. Кальміус) виявлено породи, переважно складені мінералами групи кремнезему (кварц, халцедон), оксидів і карбонатів Fe, Mn, Ca. У них наявні флюорит, у незначній кількості — акміт і рибекіт, також вони мають підвищений вміст REE. Ці породи локалізуються в полі типових апогранітоїдних фенітів, поширених у Приазов'ї. Оксидно-карбонатно-кремнеземисті породи розглянуто як утворення верхньої частини колони фенітизації, куди виносився SiO₂ із фенітизованих гранітоїдів і привносились Fe, Mn, Ca, CO₂ і REE, властиві карбонатитам і пов'язаним з ними флюїдам, що спричиняють фенітизацію. Ці оксидно-карбонатно-кремнеземисті породи разом із типовими апогранітоїдними фенітами є критеріями пошуків карбонатитів з апатитовою та рідкісноземельною мінералізацією, які виявлено в Приазов'ї (Чернігівський карбонатитовий масив і Петрівсько-Гнутівський рудопрояв REE).

Вступ. У басейні середньої та нижньої течії р. Кальміус (Приазов'я, Донецька обл.) доволі поширені апогранітоїдні феніти (балки Калмицька, Вербова, Чернеча, села Каплани, Набережне та ін.), серед яких залягає давно відомий Петрівсько-Гнутівський рудопрояв рідкісноземельних елементів. Ці породи описано як лужні метасоматити, феніти та карбонатити [1—3]. У с. Набережне також проявлені типові апогранітоїдні феніти, але разом з ними виявлені дещо незвичні породи, які складаються переважно з мінералів групи кремнезему (кварц, халцедон), оксидів і карбонатів Fe, Mn, Ca, подеколи з флюоритом та рідкісноземельною мінералізацією. На сьогодні ми трактуємо ці породи як утворення верхньої частини колони метасоматитів, де фіксувались винесені з нижніх горизонтів процесу фенітизації гранітоїдів SiO₂ та куди привнесено характерні компоненти карбонатитів — MnO, FeO (Fe₂O₃), F, REE.

Мета роботи: дослідження невідомих раніше в межах України типів порід, утворення яких генетично і просторово пов'язано з процесом фенітизації.

Методи дослідження. Вивчення порід у шліфах під поляризаційним мікроскопом і визначення їхнього хімічного складу. Хімічний аналіз виконано у хімічній лабораторії Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка (ІГМР) НАН України традиційним методом мокрої хімії.

Короткий петрографічний опис порід. Зразки порід було відібрано на лівому березі водосховища р. Кальміус близько 1—3 м від лінії урізу води (рис. 1). Координати відслонення: 47°19'24,4" пн. ш. 37°49'50" сх. д. Макроскопічно це переважно середньо- або дрібнозернисті масивні породи, подеколи «трухляві», частіше чорного кольору або неоднорідно строкаті (чорні, буруваті з світлими кварцовими ділянками). Інколи трапляється вкрапленість або невеликі виповнення світло-фіолетового флюориту.

Під час польових робіт ми сприймали досліджувані породи як кори вивітрювання з утворенням залізистих і манганових оксидів («залізисті капелюхи»). Поруч із ними на березі водосховища та в невеликих ярках і промивинах відслонюються дещо змінені типові апогранітоїдні феніти та фенітизовані граніти.

За результатами дослідження шліфів «чорних і строкатих порід» було виявлено два їхні головні типи, результати хімічного аналізу яких наведено в таблиці (ан. 1, 2). Перший — неодноріднозерниста порода, складена переважно мінералами групи кремнезему та оксидів Fe і Mn. Інший тип — порода, в якій також головними є мінерали групи кремнезему та оксидів Fe і Mn, але значна її частина (15—20 % об'єму) складена карбонатами та акцесорним флюоритом.

З мінералів групи SiO_2 можна виділити принаймні кварц (дрібнозернистий мозаїчний агрегат) та прожилки або гнізда халцедоноподібного мінералу, який утворює розетко- або віялоподібні агрегати (рис. 2). Нерідко спостерігаються виповнення типу жеод майже ізотропного безбарвного мінералу (халцедон, опал?). Оксиди Fe і Mn утворюють дрібнозернисті агрегати, які мають червонувато-буре забарвлення, іноді вони непрозорі.

Карбонати дрібні, утворюють диско- або лінзоподібні кристалики, без характерних для халцедону та доломіту двійників. Часто розташовані між агрегатами зерен кварцу. Схоже, що карбонати представлені переважно сидеритом або іншими карбонатами Mn, Fe і Ca.

Цікавою особливістю цих суттєво оксидокарбонатно-кремнистих порід є наявність незначної кількості, здебільшого поодинокі зерна, егірину (рис. 3, 4) та лужного амфіболу. Егірін у шліфах майже безбарвний. Очевидно, він є чистим акмітом (високе двозаломлення з негативним видовженням), а амфібол характеризується синім та зеленувато-синім забарвленням і низьким дво-

заломленням, тобто подібний до рибекіту. Вірогідно, акміт і рибекіт приурочені до ділянок породи, де переважають оксиди Mn і Fe (непрозорі або темні червонувато-бурі в шліфах). Зазначимо, що ці два мінерали є доволі «свіжими», попри загалом інтенсивний низькотемпературний характер породи. Зрідка трапляється коричнюватий, слюдистоподібний мінерал, приналежний, можливо, до групи селадоніту.

Деякі особливості хімізму порід. Результати хімічного аналізування порід загалом узгоджуються із виявленим у шліфах мінеральним складом. Головними компонентами є хімічно визначені SiO_2 , Fe_2O_3 , $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (в. п. п.) і MnO. Привертає увагу підвищений вміст MnO (до 4,5 %), очевидно, він входить повністю або частково до оксидів, чим може бути зумовлений чорний колір породи. У породах дуже низький вміст Al_2O_3 , Na_2O і K_2O , що підтверджується практично повною відсутністю польових шпатів. Наявні в породах поодинокі зерна акміту та рибекіту не могли суттєво вплинути на вміст лугів у породі.

В одній породі зафіксовано значний вміст REE_2O_3 (0,65 %). Імовірно, що в породі є рідкісноземельний F-карбонат, але вирізнити його серед породоутворювальних від дрібнозернистих карбонатів досить важко.

Для зіставлення досліджуваних порід із найпоширенішими апогранітоїдними фенітами, наводимо хімічний склад однієї з них (табл., ан. 3). Від типового апогранітоїдного феніту сієнітового складу в наведеному аналізі розраховано високий вміст нормативного кварцу (22,57 %), майже стільки, як і в навколишніх

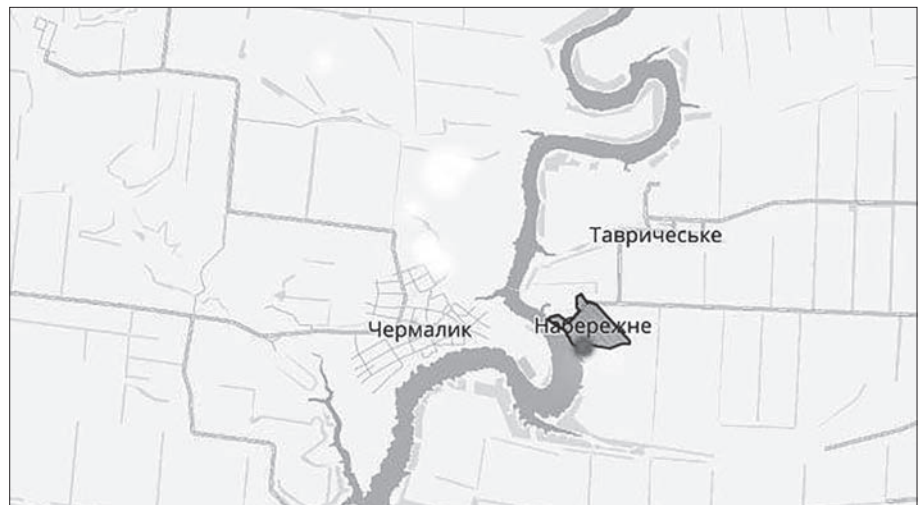


Рис. 1. Схема розташування ділянки опробування (позначена чорним колом)

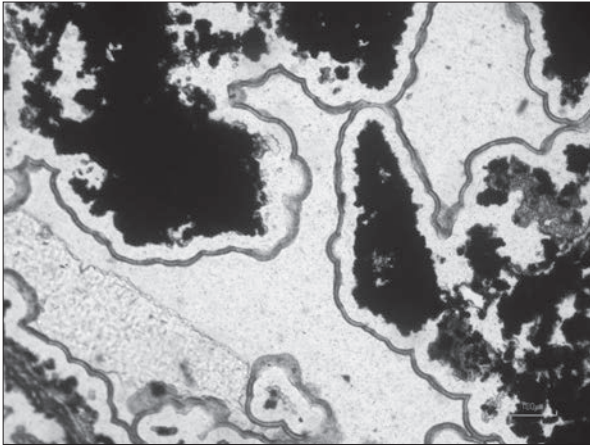


Рис. 2. Зональні прожилки мінералів групи кремнезему в кремнезисто-карбонатній породі

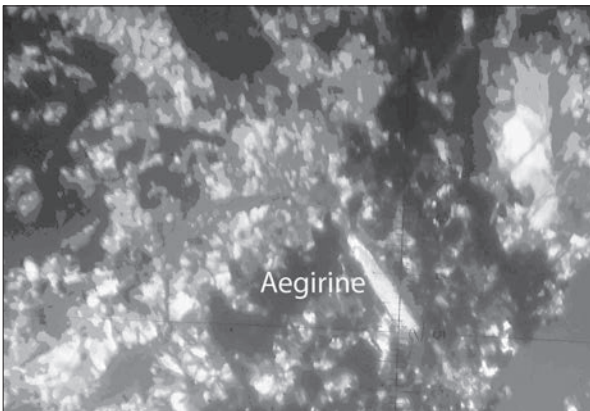


Рис. 3. Зерно голчастого егірину в породі, яка складається з оксидів заліза (темні ділянки зображення) та мінеральних груп SiO_2 (світлі ділянки). Зб. $\times 120$

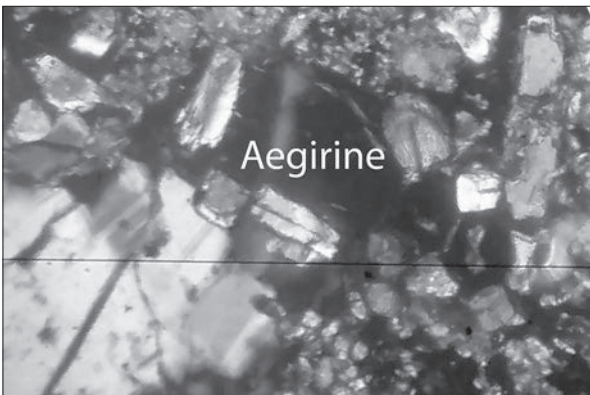


Рис. 4. Скупчення призматичних зерен егірину в тій же породі. Зб. $\times 150$

гранітах. Це «споріднює» його з розглянутими оксидно-кремнеземистими породами.

Цікаво, що в цьому феніті (фенітизованому граніті) визначено і високий вміст REE_2O_3 (1,24 %), а в шліфах діагностовано оптично

позитивний карбонат із високим двошаромленням, що властиво більшості рідкісноземельних F-карбонатів.

Обговорення результатів досліджень і деякі петрогенетичні висновки. Феніти, як екзоконтактові метасоматити, є досить добре вивченими породами. Особливо це стосується апогранітоїдних фенітів, позаяк гранітоїди, через їхнє широке розповсюдження, найчастіше є вмісними породами багатьох карбонатитових комплексів. До того ж гранітоїди легко піддаються фенітизації. Феніти утворюються і по інших кварцвмісних (пісковики, аргіліти) і суттєво кварцових породах. Характерною особливістю процесу фенітизації названих кварцвмісних порід є утворення в них прожилків лужних піроксенів та/або амфіболів. Переважно вони малопотужні (до 0,5 см), але трапляються іноді прожилки завтовшки кілька сантиметрів, наприклад в апокварцитових фенітах Приазов'я [4]. У екзоконтакті кварцити карбонатитових комплексів заміщуються егіриновими або апатит-егіриновими метасоматитами, наприклад, масив Маган у Меймеча-Котуйській провінції [5].

Утворення вказаних суттєво піроксенових (або амфібол-піроксенових) прожилків у лейкократових породах (гранітоїдах та кварцитах) або й заміщення останніх суттєво піроксеновими (егіриновими) метасоматитами однозначно свідчить про привнесення заліза у процесі фенітизації. Іншою особливістю процесу фенітизації гранітоїдів є винесення з них кремнезему.

Апогранітоїдні феніти у процесі фенітизації найчастіше набувають сієнітового складу (55–60 % SiO_2), тобто з гранітоїдів, які звичайно вміщують близько 70 % SiO_2 , виноситься 10–15 % кремнезему. Проте, ореоли (ділянки) виносу SiO_2 із фенітизованих гранітоїдів, як правило, не фіксуються, принаймні авторам невідомі достовірні і детальні описи окварцування порід у фенітових ореолах. Деяку подібність до досліджуваних порід мають породи редберг з карбонатитового комплексу Фен [6]. Можливо, це зумовлено тим, що ореоли окварцування значно вертикально або латерально віддалені від власне апогранітоїдних фенітів, які залягають глибше в екзоконтактових ореолах карбонатитових комплексів.

На нашу думку, є підстави вважати, що досліджувані нами високозалізисті оксидно-кремнеземисті та карбонатно-оксидно-крем-

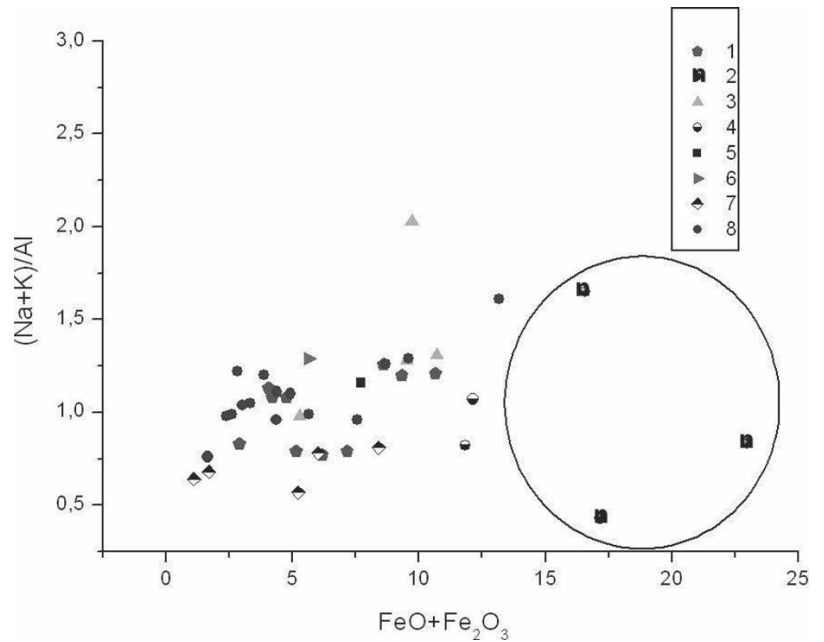


Рис. 5. Відношення $(\text{Na} + \text{K}) / \text{Al}$ до $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ в фенітах та альбітитах Приазов'я: 1 — феніти Петрівсько-Гнутівського прояву; 2 — метасоматити прояву с. Набережне; 3 — феніти Хлібодарівського кар'єра; 4 — феніти прояву с. Каплани; 5 — феніти б. Вербова; 6 — феніти прояву с. Калинове; 7 — апокварцитові феніти та альбітити б. Тунікова; 8 — апогранітоїдні феніти та апофенітові альбітити Дмитрівського кар'єру

Хімічний і нормативний склад фенітів с. Набережне Chemical and normative composition of fenites in Naberezhne village

Компонент	1	2	3	Компонент	1	2	3
SiO_2	68,04	53,76	60,98	$(\text{Na} + \text{K}) / \text{Al}$	0,43	0,83	1,65
TiO_2	0,06	0,03	0,51	$\text{Fe} / (\text{Fe} + \text{Mg})$	0,97	0,99	0,95
Al_2O_3	0,72	0,59	6,86	Qu	69,52	44,36	22,57
Fe_2O_3	17,03	19,54	14,15	Ap	0,5	1,3	0,39
FeO	0,14	3,43	2,43	IL	0,12	0,07	1,05
MnO	3,48	4,55	0,14	Or	0,73	1,27	13
MgO	0,5	0,2	0,82	Alb	0,7	1,83	24,17
CaO	3,27	2,59	1,27	Aeg	—	—	21,95
Na_2O	0,08	0,2	5,6	$(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe}) \text{SiO}_3$	—	—	8,5
K_2O	0,12	0,19	2,16	CaCO_3	5,5	14,2	—
P_2O_5	0,21	0,49	0,15	FeCO_3	0,13	5,99	1,09
S	0,05	0,04	—	MnCO_3	—	7,99	—
REE_2O_3	—	0,65	1,24	MgCO_3	1,09	0,46	—
F	—	0,48	—	Fe_2O_3	17,62	21,19	7,28
H_2O	1,34	1,76	0,22	CaF_2	—	1,29	—
В. п. п.	5,54	11,28	2,15	Al_2O_3	0,48	0,05	—
Сума	100,58	99,78	98,68	$\text{MnO} + \text{MnO}_2$	3,61	—	—

Примітка: 1 — неодноріднозерниста порода, яка складається переважно з мінералів групи кремнезему та оксидів Fe і Mn (пр. Наб-2/1); 2 — кремнеземисто-карбонатна порода з оксидами Fe і Mn і флюоритом (пр. Наб-2/4); 3 — високозалістий апогранітоїдний феніт (пр. Наб-2).

неземисті породи с. Набережне утворились в ореолі (зоні) виносу Si із фенітизованих гранітоїдів та привносу Fe і Mn флюїдами, що спричинюють фенітизацію. Вочевидь, ці породи виникли у верхній частині ореолів фенітизації.

Про генетичний зв'язок із фенітами та фенітизаційними флюїдами досліджуваних по-

рід свідчить наявність у них егірину та лужного амфіболу, а також високий вміст REE. Як додатковий компонент покажемо Mn. Так, наприклад, MnO в кальцитах і доломітах Чернігівського масиву (Західне Приазов'я) становить 0,4–1,1 і 0,5–1,5 % відповідно, а в олівінах — 0,8–3,1 %. У кальциті з хлібо-

дарівських карбонатитів вміст MnO досягає 2,0 %. Карбонати карбонатитів часто характеризуються також підвищеним або й високим вмістом FeO: до 2,3 % у кальцитах і до 4,3 % в доломітах.

Лужні метасоматити, пов'язані з карбонатитовими комплексами і збагачені Fe і Mn, а також REE і Nb, зумовлюють фенітизацію навколишніх порід. Мінерали останніх часто утворюються в фенітах. Важливо, що тільки лужні флюїди, пов'язані з карбонатитовими комплексами, здатні розчинювати і переносити кремнезем у процесі фенітизації.

Отже, досліджувані породи с. Набережне утворились в ореолі виносу і фіксації Si, Fe, Mn, REE, F у процесі фенітизації, що зумовлено лужними флюїдами, пов'язаними з карбонатитовими комплексами.

Подібні породи разом з типовими апогрантоїдними фенітами є критеріями пошуку карбонатитів з рідкіснометалевою (REE, Nb) та апатитовою мінералізацією. Такими в Приазов'ї є відомі карбонатити Чернігівського (Новополтавського) масиву та Петрівсько-Гнупівського рудопрояву рідкісноземельних елементів.

Література

1. Елисеєв Н.А., Кушев В.Г., Виноградов Д.П. Протерозойский интрузивный комплекс Восточного Приазовья. Москва-Ленинград: Наука, 1965. 202 с.
2. Кузьменко В.І. Рідкісні землі в Петрівсько-Гнупівській флюорит-карбонатній жилі в Приазов'ї. *Доп. АН УРСР*. 1940. № 3. С. 25–40.
3. Марченко Е.Я., Коньков П.Г., Власенко В.И. О карбонатитовой природе Петрово-Гнуповской флюоритово-карбонатной дайки Приазовья. *Докл. АН УССР. Сер. Б*. 1980, № 1. С. 24–27.
4. Кривдік С.Г., Шаригін В.В., Моргун В.Г., Дубина О.В. Апокварцитові феніти Східного Приазов'я (петрологія, мінералогія, металогенія). *Мінерал. журн.* 2013. **35**, № 4. С. 99–113.
5. Егоров Л.С. Ийолит-карбонатитовый плутонизм. Ленинград: Недра, 1991. 260 с.
6. Broegger W.C. Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. IV. Das Fengebiet in Telemark, Norwegen. *Norsk. videsk. selsk. Skrifter 1, Math. Naturv. KI.* 1921. № 9. S. 408.

Надійшла 17.09.2022.

References

1. Eliseev, N.A., Kushev, V.G., Vinogradov, D.P. (1965). Proterozoic intrusive complex of the Eastern Azov region. Moscow-Leningrad: Nauka [in Russian].
2. Kuzmenko, V.I. (1940). Rare earths in the Petrivska-Hnutivska fluorite-carbonate vein in the Azov region, *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR*, No. 3, pp. 25-40 [in Ukrainian].
3. Marchenko, E.Ya., Konkov, P.G., Vlasenko, V.I. (1980). On the carbonatite nature of the Petrovo-Hnutovskoy fluorite-carbonate dyke of the Azov region, *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Ser. B*, No. 1, pp. 24-27 [in Russian].
4. Krivdik, S.G., Sharygin, V.V., Morgun, V.G., Dubyna, O.V. (2013). Apoquartzite fenites of the Eastern Azov region (petrology, mineralogy, metallogeny), *Mineral. Journal (UA)*, **35**, No. 4, pp. 99-113 [in Ukrainian].
5. Egorov, L.S. (1991). Ijolite-carbonatite plutonism. Leningrad: Nedra [in Russian].
6. Broegger, W.C. (1921). Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. IV. Das Fengebiet in Telemark, Norwegen. *Norsk. videsk. selsk. Skrifter 1, Math. Naturv. KI.* No. 9. S. 408 [in German].

Received 17.09.2022.

V.G. Morgun

<https://orcid.org/0000-0002-6255-2594>

S.G. Kryvdik

<https://orcid.org/0000-0002-8356-1115>

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine
03142, Kyiv, Ukraine, Acad. Palladin Ave., 34

FENITES NABEREZHNE VILLAGE (KALMIUS RIVER, AZOV REGION)

In Eastern Azov (the village of Naberezhne, the left bank of the Kalmiusr river), the rocks, which mainly consists of minerals of the silica group (quartz, chalcedony), oxides and carbonates of Fe, Mn, Ca were found. They contain fluorite, as well as a small amount of acmite and ribeckite and an increased content of REE. These rocks are localized in the field of typical apogranitoid fenites, which are widely distributed in the Azov region. Oxide-carbonate-siliceous rocks are considered as the formation of the upper part of the fenitization column, where SiO₂ was removed from fenitized granitoids and Fe, Mn, Ca, CO₂, and REE, which are characteristic of carbonatites and related fenitizing fluids, were introduced. These oxide-carbonate-siliceous rocks, together with typical apogranitoid fenites, are the criteria for the search for carbonatites with apatite and rare earth mineralization.