

МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННІ БАГАТСТВА УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ОПТИМАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ

<https://doi.org/10.59911/978-617-95457-7-1.2025.1>

УДК 549.6 (477.8)

АЛАНІТ ІЗ КСЕНОЛІТУ МЕЗОЗОЙСЬКИХ ЕФУЗИВІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

**Бельський В.М.¹, Кульчицька Г.О.¹, Гишин В.Я.², Гоголев
К.І.¹, Поляченко Є.Б.³**

¹*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
ім. М.П. Семененка НАН України, Київ, Україна, belskiy_ym@ukr.net*

²*Інститут геології, геохімії горючих копалин НАН України,
Львів, Україна*

³*Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України,
Київ, Україна*

Описано першу знахідку аланіту в Українських Карпатах. Він утворився в приповерхневих умовах внаслідок взаємодії збагаченої на REE елементи лави базальтового складу з карбонатними породами чевчинської світи (J₃-K₁) Мармароського масиву.

Ключові слова: аланіт, спіліти, Мармарошський масив.

ALLANITE FROM XENOLITH OF MESOZOIC EFUSIVES OF THE UKRAINIAN CARPATHIAN Belskyi Volodymyr¹, Kulchytska Hanna¹, Gyshchyn Vasy², Gogolev Kostyantyn¹, Polyachenko Yevgen³

¹*M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore
Formation, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, belskiy_ym@ukr.net*

²*Institute of Geology, Geochemistry of Fuel Fossils, NAS of Ukraine,
Lviv, Ukraine*

³*S.I. Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

The first discovery of allanite in the Ukrainian Carpathians is described. It was formed in near-surface conditions as a result of the interaction of REE-enriched basaltic lava with carbonate rocks of the Chevchyny suite (J₃-K₁) of the Marmarosh massif.

Keywords: alandite, spilites, Marmarosh massif.

Під час польових досліджень в районі струмка Кам'яний Потік (права притока р. Тиса, Мармароський масив), що протікає на південно-західній околиці м. Рахів, виявлено контакт вапняків чевчинської світи (J_3-K_1) із магматичним тілом спілітів, з якого відібрано декілька зразків для дослідження (рис. 1). Результати мінералогічного та геохімічного вивчення зразків представлені в даній роботі.

Методи аналізу. В Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка (ІГМР) НАН України за допомогою рентгенівського мікроаналізатора JCSA733 з EDS приставкою (JEOL, Японія) було отримано РЕМ-зображення та визначено хімічний склад породотвірних та акцесорних мінералів, аланіту зокрема. Умови зйомки: прискорювальна напруга 20 кВ, сила струму 20 нА, діаметр зонда 10 мкм.

Для аналізу методом рентгено-флуоресцентного аналізу (прилад ARL OptimX) пробу породи подрібнювали до розміру частинок 45 мкм та просушували біля 105 °С. Отриману пудру змішували з порошком-утримувачем *Retsch Licowax C* у співвідношенні 4:1. Суміш пресували гідравлічним пресом під тиском 5 МПа в таблетки-препарати. Аналізи хімічного складу виконано з використанням сертифікованих стандартів гірських порід: SW, DNC-1a, BHVO-2, JA-3, DC73301, SG-3 GSP-2.

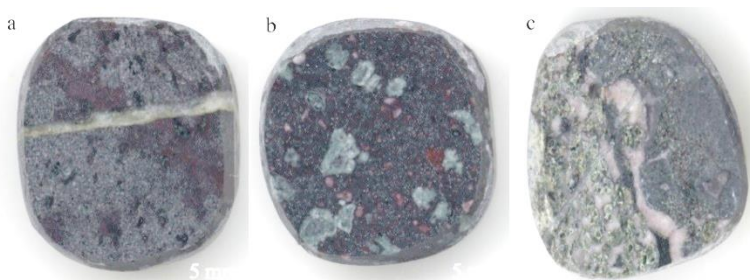


Рис. 1. Поліровані аншлифи із зразків магматичного тіла, що прориває чевчинську світу: а) зеленувато-сіра ефузивна порода масивної текстури із прожилками кварцу, кальциту та оксидів заліза (зразок TR5); б) зеленувато-сіра ефузивна порода із мигдалінами карбонатного та силікатного складу (зразок TR6); в) метаморфізований ксеноліт карбонатно-терігенного складу (зразок TR7).

Мінеральний та геохімічний склад порід. Вапняки чевчинської світи Кам'янопотоцької СФЗ, за даними [1], сірого кольору, мають смугасту, строматолітову та стилолітову текстури і складаються на 85–95 % із кальциту, в якому містяться уламки кварцу, луски хлориту, глинистих мінералів та вуглецева речовина. Спілітизовані ефузивні складені цілковито хлоритизованим склом з лейстами альбіту, вкрапленнями карбонатів та халцедону. Також присутні такі рудні мінерали як Ті-магнетит, титаніт і гематит. За знахідками скам'янілостей дані породи віднесено до титонсько-беріаського ярусів [1].

Зразок карбонатно-теригенної породи (TR7) відібрано на межі вапняків зі спілітами масивної текстури, темно-зеленого та бурувато-червоного забарвлення (зразки TR5 і TR6). За даними мікрозондового аналізу кам'янопотоцьких ефузивів ідентифіковано їхній мінеральний склад (табл. 1).

Таблиця 1. Мінеральний склад зразків

Мінерали	TR5	TR6	TR7
Альбіт	+	+	-
КПШ	-	-	+
Мусковіт	-	-	+
Біотит	-	-	-
Кварц (халцедон)	+	+	+
Хлорит	+	+	+
Титаніт	+	+	-
Ільменіт	+	+	+
Гематит	+	+	+
Магнетит титанистий	-	+	+
Апатит	-	-	+
Кальцит	+	+	+
Барит	-	+	-
Галіт	-	-	+
Сульфіді Cu	+	+	-
Гранати	+	+	-
Аланіт	-	-	+

Номери зразків відповідають рис. 1

Окрім відомих раніше мінералів, вперше ідентифіковано гранати, барит, ільменіт, апатит, галіт та аланіт. Останній виявився першою знахідкою в карпатському регіоні.

Зразки TR5 і TR6 характеризуються типовою для спілітів хлорит-альбітовою матрицею та відрізняються від TR7

мінеральним складом, а саме: містять гранат, по якому розвивається титаніт та хлорит, і ниткоподібні та таблитчасті фази ільменіту (рис. 2).

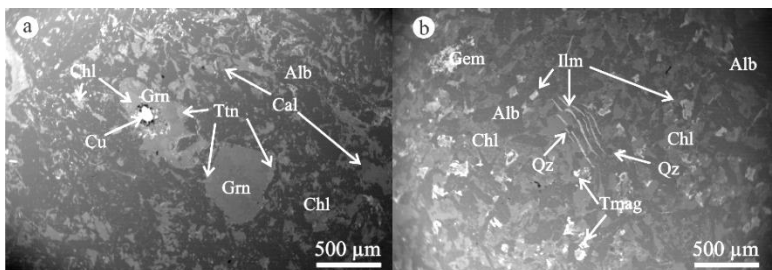


Рис. 2. Типовий мінеральний склад зразків TR5 (a) і TR6 (b) із кам'янопотоцького ефузиву. Qz – кварц, Gem – гематит, Alb – альбіт, Ilm – ільменіт, Cal – кальцит, Ttn – титаніт, Tmag – Ті-магнетит, Grn – гранат, Cu – мінерал міді.

Аланіт – $(Ca,REE)(Al_2,Fe^{+2})Si_3O_{12}(OH)$ – формує ниркоподібні агрегати серед дрібнозернистої кальцит-хлоритової маси (рис. 3) в асоціації з титанистим магнетитом, хлоритом, мінеральними фазами кремнезему та жильним кальцитом.

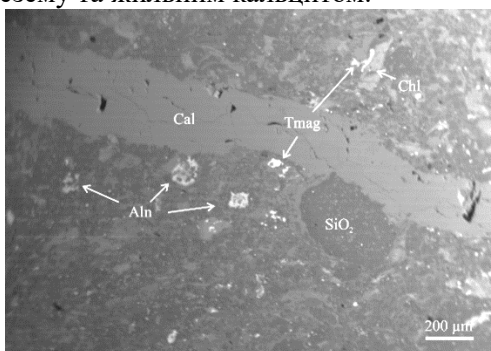


Рис. 3. Ниркоподібний аланіт (Aln). Найтемніші ділянки виповнені SiO_2 . Cal – кальцит, Chl – хлорит, Tmag – Ті-магнетит. Зразок TR7, режим зйомки COMPO. Електронний мікроскоп JXA-733, JEOL (Японія)

У геохімічному відношенні зразки також суттєво відрізняються між собою за вмістом Fe_2O_3 та CaO (табл. 2), що,

на нашу думку, є наслідком різного ступеня контамінації вмісних карбонатних порід багатим на залізо магматичним розплавом.

Таблиця 2. Хімічний склад зразків*

Компоненти	TR5	TR6	TR7
SiO ₂ , %	48,42	44,90	26,16
Al ₂ O ₃ , %	11,25	12,30	6,54
TiO ₂ , %	3,05	2,34	0,89
MnO, %	0,14	0,17	0,08
Fe ₂ O ₃ , %	20,74	13,18	4,71
Na ₂ O, %	4,14	2,69	0,08
MgO, %	2,53	4,36	2,61
K ₂ O, %	0,18	0,86	1,22
CaO, %	4,88	10,65	33,43
P ₂ O ₅ , %	0,54	0,42	0,23
LOI	3,56	8,55	25,07
Summ	99,2	100,2	101
Ba, ppm	45	271	n/d
Ce, ppm	302	68	n/d
Co, ppm	114	91	16
Cr, ppm	92	55	74
Hf, ppm	2	3	n/d
La, ppm	175	34	n/d
Nb, ppm	n/d	n/d	n/d
Rb, ppm	n/d	20	2
Sr, ppm	139	411	148
Th, ppm	n/d	n/d	n/d
Y, ppm	13	19	7
Zr, ppm	132	155	77

*Результати РФА аналізу. REE, окрім Ce і La, не визначали. LOI – втрати від прожарювання, n/d – не виявлено. Номери зразків відповідають рис. 1.

Співвідношення Zr до P_2O_5 (рис. 4) свідчить, що первинна магма була основного складу із підвищеною лужністю. Геохімічно найближчим до складу первинної магми лужнобазальтового складу є зразок TR5, що, в свою чергу, характеризується також високим вмістом *REE* елементів: $La+Ce+Y= 490 \text{ ppm}$. Логічно припустити, що еманация збагаченого на *REE* магматичного флюїд-розплаву спричинили утворення аланітової фази у ксеноліті карбонатно-теригенної породи (зразок TR7).

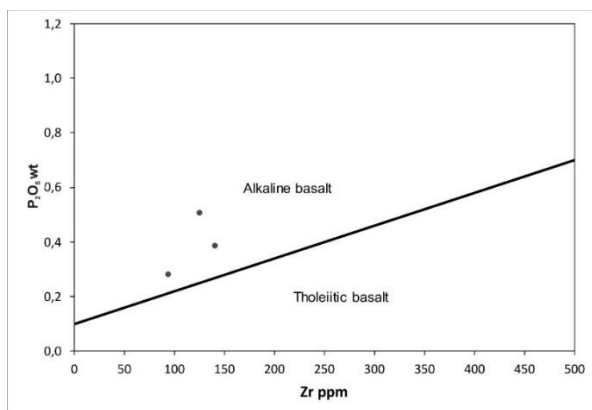


Рис. 4. Склад кам'янопотіївських ефузивів на діаграмі прогнозованого складу магми в залежності від вмісту малорухомих елементів [2].

Виявлені мінеральні асоціації (табл. 1) дозволяють оцінити параметри формування аланіту за допомогою діаграми полів стабільності поширених метаморфічних мінералів (рис. 5). Враховуючи те, що із метаморфічних мінералів в асоціації з аланітом виявлено лише хлорит та мусковіт, то логічно припустити, що температура його формування була в діапазоні 280–340 °С. Ідентифіковані кристали галіту в зразку з аланітом (TR7) можуть свідчити про присутність морської води в зоні контактового метаморфізму, тобто баричні умови були близькими до поверхневих.

Утворення аланіту в ксеноліті серед спілітизованих ефузивів, що проривають товщу органогенних вапняків, найімовірніше

зумовлено процесами контактового метасоматозу в приповерхневих умовах за температури 280–340 °С.

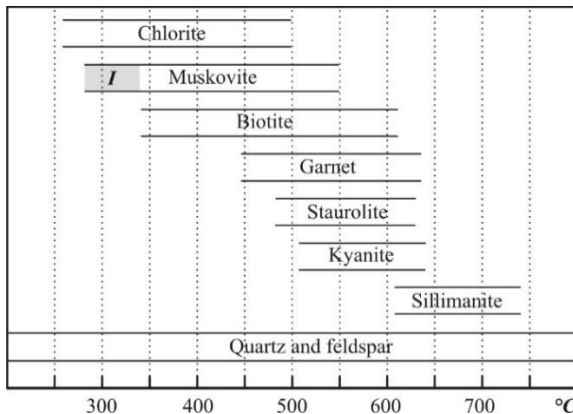


Рис. 5. Поля температурної стабільності поширених метаморфічних мінералів [3]. I – поле, в якому утворився аланіт (зразок TR7).

Аланіт міг утворитися як результат гідротермальної взаємодії збагаченого на залізо і *REE* розплаву із органомінеральними карбонатами, внаслідок чого його виділення набули ниркоподібної форми. На це вказує тісна асоціація у всіх випадках аланіту з магнетитом, кальцитом, хлоритом і мінеральними фазами кремнезему. Вміст *REE* нижче рівня чутливості методом РФА у зразку TR7 порівняно із зразками TR5 і TR6, на нашу думку є наслідком короткотривалості процесу проникнення рудоносних еманцій в навколишні породи, що швидше за все пов'язано із приповерхневим підводним виливом лави.

Перелік використаної літератури

1. Державна геологічна карта України, М 1:200000, М-35-XXXI(Надвірна), Мацьків Б.В., Пукач Б.Д., Воробканич В.М., Пастуханова С.В., Гнилко О.М. Пояснювальна записка, Київ 2009, 177с.
2. Floyd P.A., Winchester J.A. Magma type and tectonic setting discrimination using immobile elements: *Earth and Planetary Science Letters*, 1975. V. 27. P. 211–218.
3. Hefferan K., O'Brien J. *Earth Materials*. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, 2010. 670 p.