

УДК 552.33 : 549 (477)

**Ю.А. Амашукелі, С.Г. Кривдік, О.В. Дубина, С.В. Кушнір**

## **НЕЗВИЧНІ КРЕМНЕЗЕМОВІ МИГДАЛИНИ В СІЄНИТАХ ОКТЯБРЬСЬКОГО МАСИВУ (ПРИАЗОВ'Я)**

У північно-західній окраїні Октябрського масиву в полі лужних кварцвмісних сієнітів було виявлено великі (понад 15 см) суттєво кремнеземові виділення овалоїдної або кулястої форми, які трактуються як мигдалини. Вони мають зональну будову і складаються переважно (80—90 %) з дрібно- або криптозернистих мінералів кремнезему, оксидів заліза (близько 10 %) та апатиту (в середньому 3 %, ділянками 5—10). Наявний акцесорний монацит. Припускається, що такі мигдалеподібні утворення сформувались у сієнітах на місці порожнин (газових пухирів), які виповнювалися залишковим розплавом-флюїдом. До залишкового розплаву-флюїду переходив фосфор і частково рідкісноземельні елементи, які входили до складу апатиту і монациту. Суттєво кремнеземовий склад мигдалин ( $79,5\% \text{SiO}_2$  і  $13\% (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})$ ), відповідно, розплаву-флюїду, з якого вони утворилися, різко підвищував активізацію кислотних компонентів, у тому числі  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Це призвело до виділення апатиту (в значній кількості порівняно з магматичними породами Октябрського масиву) і монациту. Наявність останнього відображає загальновісному рідкіснометалеву спеціалізацію лужних порід цього масиву.

**Вступ.** Під час польових робіт 2007 і 2009 рр. у полі сієнітів Октябрського масиву було знайдено невелику кількість незвичних і досить великих за розміром (понад 15 см) істотно кремнеземових виділень, що спершу були сприйняті нами як кремневі (халцедонові) стяжіння або жеоди. Спочатку навіть припускалося, що вони можуть бути уламками великих кристалів нефеліну з дезінтегрованих пегматитів, оскільки ці утворення виявилися досить щільними, міцними і в'язкими, важко розбивалися геологічним молотком (це властиво як кремнеземовим, так і нефеліновим мінеральним агрегатам). Спостереження в шліфах і хімічний аналіз цих мінеральних утворень показали, що вони складені переважно (на 80 % і більше) мінералами кремнезему зі значною домішкою оксидів заліза (5—10 %), а також ділянками апатиту (в середньому 3—4, в ділянках скупчення — до 5—10 %). У шліфах також діагностовано акцесорний монацит. Позаяк ці утворення знайдено серед дезінтегрованих (жорства, уламки) і частково вивітрілих сієнітів, а також з урахуванням їхньої фор-

ми, то для їхньої назви автори запропонували як найбільш відповідний термін "мигдалина"\*. Хоча слід зазначити, що під такою назвою найчастіше розуміють виповнення невеликих порожнин переважно гідротермальними мінералами (мінерали кремнезему, цеоліти, карбонати, хлорити) в ефузивних або гіпабісальних породах. Вважається, що ці мінеральні виповнення утворилися на місці порожнин, які спочатку виникли як газові бульбашки (пухирці) у процесі охолодження і кристалізації ефузивних покривів або гіпабісальних інтрузій. Виходячи зі значних розмірів досліджуваних утворень, їх можна було б назвати секреціями або жеодами, але ці назви використовують зазвичай для подібних утворень в осадових породах. До певної міри ці утворення можна порівнювати з міаролами. Проте для останніх характерні пустоти з виповненнями більш великих кристалів мінералів, ніж у вмисних породах. Можна вважати, що у даному випадку в сієнітовому розплаві утворювалися великі газові пухирі, які на пізньо- та постмагматичному етапах виповнювалися переважно

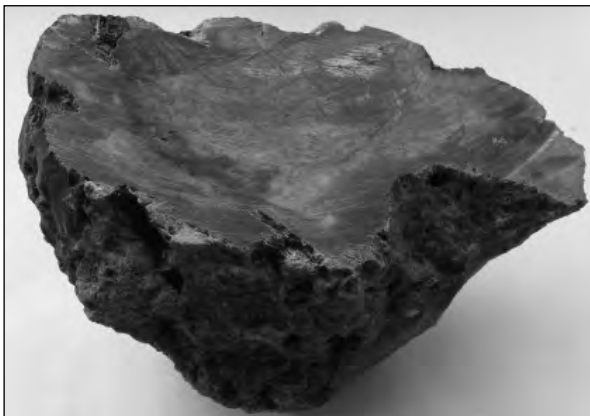
© Ю.А. Амашукелі, С.Г. Кривдік,  
О.В. Дубина, С.В. Кушнір, 2010

\* На думку рецензента, ці кремнеземові утворення можна вважати конкреціями.



*Рис. 1.* Овалоїдна форма мигдалини. По периферії чорні виділення кристалів амфіболу. Дещо зменшено (довжина розрізу мигдалини — 13 см)

*Fig. 1.* The flattened-ovaloid form of amygdale. Separating black crystals of amphibole at the periphery. Slightly diminished (length of the amygdale section — 13 cm)



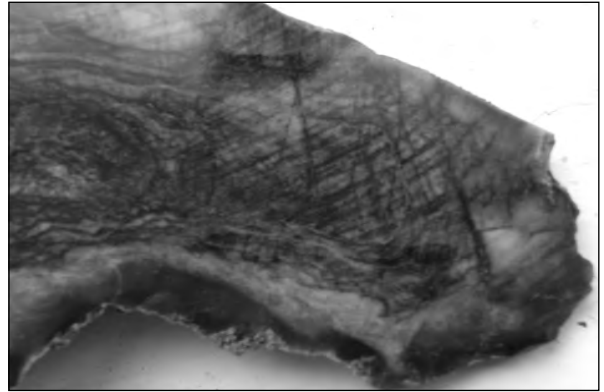
*Рис. 2.* Наближена до кулястої форма мигдалини. Близько до натуральної величини (довжина перетину — 11,5 см)

*Fig. 2.* Approximate to spherical shape of the amygdale. Close to real size (length of section — 11.5 cm)



*Рис. 3.* Розріз мигдалин із зональною будовою. Дещо зменшено (довжина — 13 см)

*Fig. 3.* The section of amygdale with zonal texture. Slightly diminished (length — 13 cm)



*Рис. 4.* Фрагмент мигдалини з "ромбічною сіткою", що утворюється двома системами тріщин (зб. 2)

*Fig. 4.* The fragment of amygdale with "rhombic net", what has formed by two system of split (×2)

мінералами кремнезему, оксидами заліза та апатитом.

**Локалізація кремнеземових мигдалин.** Досліджувані мигдалини виявлено у північно-західній крайовій частині Октябрського масиву в правому борту б. Валі-Тарама на північно-західній околиці с. Лазарівка (трохи вище б. Лисиця) серед дезінтегрованих сієнітів (жорства, дрібні уламки, часткове вивітрювання). Мигдалини виявлено поки що тільки в двох місцях і в незначній кількості — в одному місці лише одна знахідка, в другому — дві. Можливо, вони рідкісні або їх було зібрано місцевим населенням для будівельних та інших потреб.

Як відомо, серед сієнітів Октябрського масиву переважають безкварцові, інколи нефеліновмісні (пуласкітові) різновиди. І тільки по краях масиву можна спостерігати кварцвмісні або навіть кварцові сієніти, серед яких трапляються жильні різновиди з егірином і енігматитом [4]. Є деякі підстави вважати, що такі кварцвмісні сієніти є гібридними породами, що утворилися в процесі взаємодії трахітового (безнормативного кварцу) розплаву з гранітоїдами рами. Очевидно, що суттєво кремнеземові мигдалини могли виникнути тільки в магматичних породах (у даному випадку — сієнітах) з нормативним або модальним кварцом. Поруч з лужними (амфіболові, егіринові) сієнітами, серед яких було виявлено досліджувані мигдалини, розташовуються графітові різновиди цих порід, а також січні жили неоднорідних смугастих маріуполітів. Вище по схилу в середній частині русла б. Лисиця відслонюються щільні і неоднорідні (до пегматоїдних)

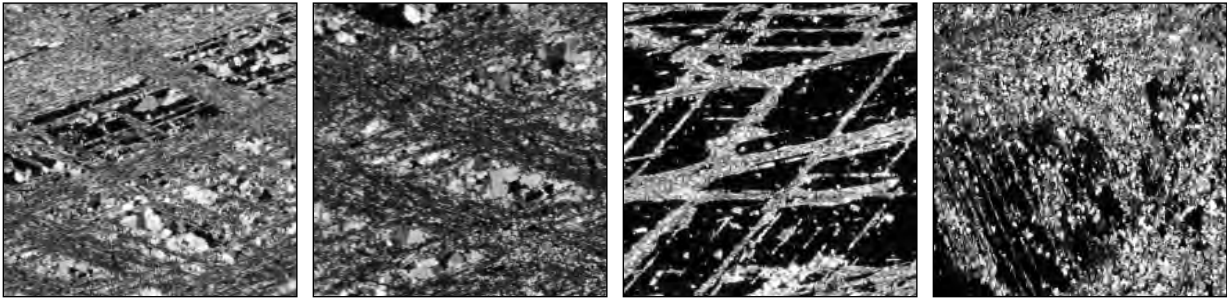


Рис. 5. Дрібнозерниста структура мигдалин із закономірно орієнтованими тріщинами, що виповнені криптозернистими агрегатами мінералів кремнезему та оксидами заліза (темні ділянки) (зб. 25)

Fig. 5. Fine-grained texture of amygdale with regularly oriented joints, what were filled by cryptocrystalline mineral aggregates of siliceous and dark sections, composed of iron oxides ( $\times 25$ )

нефелінвмісні породи, які мають склад маріуполітів та амфібол-егіринових фойяїтів [4]. Жили маріуполітів відзначені Й. Морозевичем [5] і нами в інших місцях цього району, а південніше в правому борту балки (західніше с. Лазарівка) частково відслонюються і утворюють делювіальні брили тарамітових фойяїтів, відомих ще з часів Й. Морозевича [5].

**Текстурно-структурні особливості, мінеральний і хімічний склад.** Досліджувані мигдалини мають дещо витягнуту овалоїдну або, судячи з окремих фрагментів, наближену до кулястої форму (рис. 1, 2). Найбільші фрагменти цих мигдалин досягають таких розмірів: за довжиною — до 15 (можливо, первинні мигдалини були довшими), шириною — до 13, товщиною — до 7 см. Макроскопічно видно їхню зональну будову, яка виражається у різних відтінках сірого забарвлення, проте ця зональність не завжди є чіткою. В більших мигдалинах по краях виділяється порівняно малопотужна світла білувата або жовтувата облямівка (рис. 3). Візуально видно також дві системи більш-менш закономірно орієнтованих тріщин, які перетинаються під гострим кутом з утворенням ромбічної сітки (рис. 4). Схоже, що ці тріщини є контракційними і утворилися в процесі кристалізації та охолодження речовини, яка виповнювала ці мигдалини.

На зовнішній поверхні мигдалин часто можна спостерігати ніби приклеєні (припаяні) досить великі (від 0,5 до 2,0 см) фрагменти кристалів темного (до чорного) амфіболу (можливо, і піроксену), інколи з ромбічними перетинами (рис. 1). Це є одним з доказів того, що ці мигдалини утворилися саме в сієнітах, для яких такі амфіболи разом з егіриновим (егірин-геденбергітом) піроксеном є притаманними мінералами. Деякі мінерали з

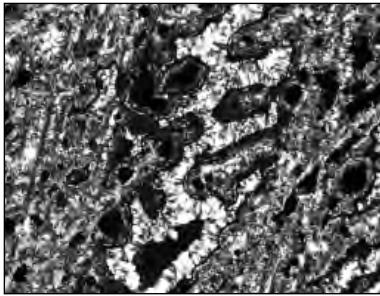
жильних сієнітів цього району досліджувались одним з авторів раніше [4]. Очевидно, що міцно захоплені кремнеземовим агрегатом амфіболи змогли зберегтися краще, ніж такі в польовошпатовій матриці вмісних сієнітів.

Спостереження в шліфах показують, що мигдалини складені переважно (80—90 %) дрібно- або криптозернистими мінералами кремнезему. Частіше це виділення без якихось певних кристалографічних контурів. Звичайно ця дрібнозерниста маса перетнута тріщинами, які виповнює ще дрібніший криптозернистий агрегат мінералів кремнезему (або цеолітів) (рис. 5). Прожилки мінералів кремнезему також перетинають ділянки (мономінеральні виділення?) оксидів заліза (рис. 5)\*. Останні частіше непрозорі в шліфах, ділянками червонувато-бурі напівпрозорі. Інколи в оксидах заліза видно дрібні кристалики кварцу з чітким кристалографічним ограненням. Деякі дрібні агрегати кремнеземових мінералів (або цеолітів?) утворюють розетко- або віялоподібні виділення, а гідроксиди заліза — подібні до коломорфних структур (рис. 6).

У поєднанні з тріщинами, що виповнені оксидами заліза, кремнеземова маса утворює цікаві текстури і структури типу ялинчастих або подібних до папороті агрегатів, які інколи нагадують двійники в деяких кристалах калієвих польових шпатів (на початку дослідження виникали припущення про можливі кремнеземові псевдоморфози по такого типу здвійникованих калієвих польових шпатах).

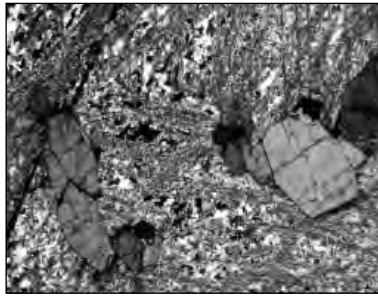
Мінерали кремнезему спеціальними методами не досліджені, проте попередньо можна

\* Фото виконані на мікроскопі *Nikon Eclipse LV 100 POL*, за сприяння В.О. Гащенко, ІГМР ім. М.П. Семченка НАН України.



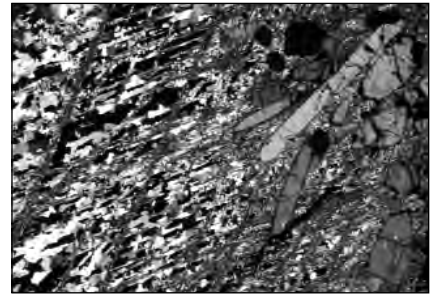
*Рис. 6.* Розеткоподібні виділення мінералів кремнезему (зб. 100)

*Fig. 6.* Rosette-like formation of silica minerals ( $\times 100$ )



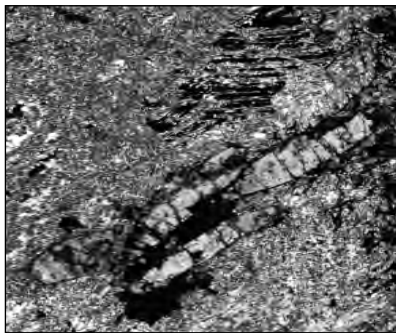
*Рис. 7.* Великі призматичні кристали апатиту (зб. 35)

*Fig. 7.* Large crystals of apatites ( $\times 35$ )



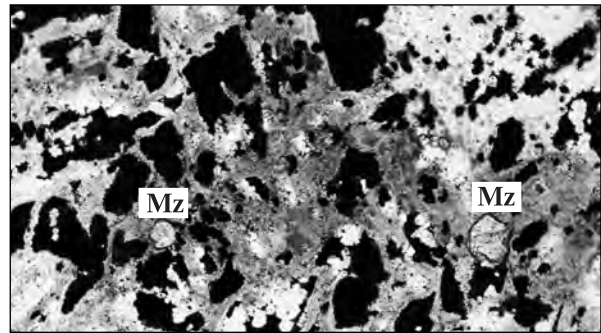
*Рис. 8.* Скупчення подовжених та призматичних кристалів апатиту (зб. 35)

*Fig. 8.* Accumulation of elongated and prismatic crystals of apatites ( $\times 35$ )



*Рис. 9.* Ланцюжковоподібні виділення кристалів апатиту (зб. 45)

*Fig. 9.* Chain-like formation of apatite's crystals ( $\times 45$ )



*Рис. 10.* Дрібні ізометричні виділення монациту (Mz) (зб. 140)

*Fig. 10.* Fine-grained formation of monazite (Mz) ( $\times 140$ )

зробити припущення про різний ступінь їхньої кристалічності (розкристалізованості) — від жильного ограненого кварцу (гірського кришталю) до халцедону.

Проте найцікавішим, на нашу думку, і навіть несподіваним виявилось те, що в цих кремнеземових мигдаликах наявний апатит у підвищеній кількості (ділянками до 5—10, в середньому — 3 %). Цей мінерал утворює досить великі (від 0,5 до 2,0 мм) призматичні (рис. 7) кристали (в деяких перетинах значно видовжені (до 2,0 мм). Спостерігаються як поодинокі кристали апатиту, так і їх скупчення (рис. 8) або ланцюжковоподібні виділення (рис. 9). Схоже, що апатиту більше в крайових частинах мигдалин: у шліфах з центральної частини мигдалин апатит частіше не спостерігається або встановлені лише поодинокі його кристали. У той же час у всіх шліфах з невеликого за розміром фрагмента іншої мигдалини (можливо, це її крайова частина) апатит був частим мінералом і в значній кількості (з цього фрагмента виконано хімічний і спектральний аналізи породи, що розглянуті нижче).

Крім того, в кремнеземовій матриці порівняно часто спостерігали (в шліфах) дрібнозернистий монацит (рис. 10), інколи дрібні кристалики монациту виділялися по краях зерен апатиту (рис. 11). Виглядає так, наче у деяких зернах апатиту є дуже дрібні включення монациту (або рідкісноземельного карбонату) (рис. 12). Привертає увагу, що апатит, незважаючи на окремі тріщини, виглядає порівняно суцільним мінералом на відміну від кремнеземової основної маси, розбитої тріщинами, які виповнені оксидами заліза (або ж мінералами кремнезему).

Поява апатиту, особливо у підвищеній кількості, в досліджуваних кремнеземових мигдаликах цікава ще й тому, що переважна більшість порід Октябрського масиву (включаючи габро, піроксеніти і перидотити) має дуже низький вміст фосфору (і апатиту). При цьому габро відзначаються високим вмістом титану, який у подібних породах з інших масивів часто асоціює з фосфором. Деяко підвищена концентрація останнього (0,2—0,6 %  $P_2O_5$ ) фіксується в так званих пуласкітах, а також згадуваних жильних амфібол-егіринових фойїтах б. Лисиця [4].

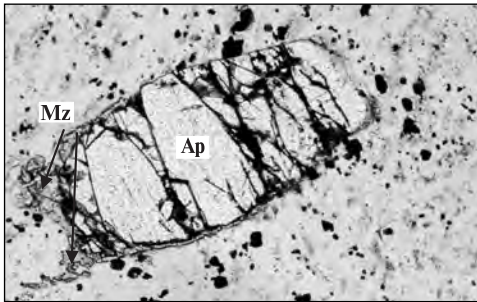


Рис. 11. Дрібні виділення кристаліків монациту (Mz) на краю великого зерна апатиту (Ap) (зб. 140)

Fig. 11. Fine-grained formation of monazite (Mz) at the border of apatite coarse grain (Ap) ( $\times 140$ )

Хімічний аналіз однієї з мигдалин такий, %:  $\text{SiO}_2$  — 79,47;  $\text{TiO}_2$  — 0,20;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 1,25;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 10,74;  $\text{FeO}$  — 2,15;  $\text{MnO}$  — 0,36;  $\text{MgO}$  — 0,48;  $\text{CaO}$  — 1,96;  $\text{Na}_2\text{O}$  — 0,60;  $\text{K}_2\text{O}$  — 0,10;  $\text{P}_2\text{O}_5$  — 1,52;  $\text{H}_2\text{O}^-$  — 0,32; в. п. п — 0,60; S — 0,05; сума — 99,80 (аналітик О.П. Красюк, ІГМР ім. М.П. Семененка НАН України). Він підтверджує, що порода складається з трьох головних мінералів: група  $\text{SiO}_2$ , оксиди заліза і апатит. Низький вміст алюмінію і лугів свідчить про відсутність або незначну роль польових шпатів та цеолітів. Підвищений вміст Y (0,03 %), Ce (0,02 %), La (0,01 %), за даними спектрального аналізу, зумовлено наявністю апатиту і монациту (можливо TR-карбонату).

**Обговорення результатів. Петрогенетичні висновки.** Суттєво кремнеземові великі мигдалини виявлено поки що у кварцвмісних сієнітах крайової частини Октябрського масиву. Міаролоподібні виділення (з біотитом, флюоритом, нефеліном) спостерігаються інколи в маріуполітах. Проте вони досить дрібні, а виділення таких великих суттєво кремнеземових мигдалин у сієнітах нагадує міаролові виповнення в глибинних породах. Проте міаролам властиві більші кристали мінералів, ніж у породах оточення. Ми припускаємо, що в сієнітовому розплаві з нормативним (модальним) кварцом кремнезем переходив до залишкового флюїду-розплаву. На місці газових пухирів такий флюїд розкристалізовувався переважно у вигляді мінералів кремнезему разом з оксидами (і гідрооксидами) заліза.

Проте ці мигдалеподібні утворення сильно збагачувалися фосфором у порівнянні з іншими породами Октябрського масиву (максимальний вміст  $\text{P}_2\text{O}_5$  зафіксовано в пуласкітових сієнітах — 0,6 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ ).

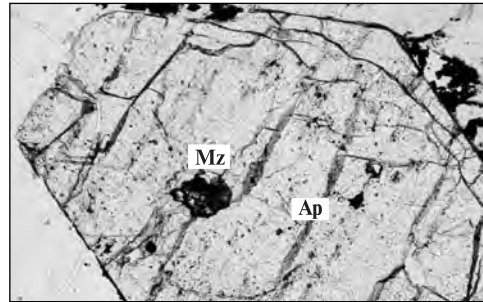


Рис. 12. Дрібні включення монациту (Mz) (рідкісноземельного карбонату?) в апатиті (зб. 140)

Fig. 12. Fine-grained inclusions of monazite (Mz) (REE-carbonate?) in apatite ( $\times 140$ )

Виходячи з експериментальних даних з розчинності фосфору (apatиту) в магматичних розплавах [2] та деяких наших спостережень, можна дати таке пояснення факту збагачення цих мигдалин апатитом. Оскільки всі породи Октябрського масиву, у тому числі вмісні сієніти, недонасичені фосфором, то останній як некогерентний елемент переходить в кінцевий розплав або навіть у флюїд. Так, наприклад, в ільменітових рудах Носачівського родовища (Корсунь-Новомиргородський плутон) апатит часто виділяється в інтерстиційних гранофірових або кварц-ортотлазових ділянках [3]. Подібні інтерстиційні виділення апатиту ми спостерігали також у дайкових породах основного складу з інших районів Українського щита. Крім того, наявність кремнезему (досліджувані мигдалини) різко підвищує активізацію кислотних компонентів флюїдів та розплавів і, перш за все, одного з найсильніших з них — фосфорного ангідриду. Так, наприклад, Л.С. Єгоров [1] пояснював масове виділення апатиту в приконтактовій зоні ійолітової інтрузії Маган з вмісними кварцитами і пісковиками (Маймечка-Котуйська провінція Полярного Сибіру). До певної міри цим пояснюється і наявність монациту в досліджуваних кремнеземових мигдаликах, хоча поява цього мінералу відображає також загальновідому рідкіснометалеву спеціалізацію лужних порід Октябрського масиву. Звичайно, процеси утворення розглянутих кремнеземових мигдалин та збагачення їх фосфором повинні були відбуватися ще на високотемпературному магматичному (або пізньомагматичному) етапі формування сієнітової інтрузії, коли рухомість фосфору могла бути значною та тривало його інтенсивне осадження у вигляді апатиту у кремнеземовому середовищі.

1. *Егоров Л.С.* Ийолит-карбонатитовый плутонизм (на примере маймеча-котуйского комплекса Полярной Сибири). — Л. : Недра, 1991. — 260 с.
2. *Когарко Л.Н., Кригман Л.Д., Крот Т.В.* Растворимость и геохимия фосфора в магмах // Геохимия. — 1987. — № 7. — С. 915—927.
3. *Кривдік С.Г., Гуравський Т.В., Дубина О.В. та ін.* Особливості речовинного складу Носачівського апатит-ільменітового родовища (Корсунь-Новомиргородський плутон, Український щит) // Мінерал. журн. — 2009. — 31, № 3. — С. 55—78.
4. *Кривдик С.Г., Ткачук В.И.* Петрология щелочных пород Украинского щита. — Киев : Наук. думка, 1990. — 406 с.
5. *Morozewicz J.* Der Mariupolit und seine Blutverwandten // Miner. und Petrogr. Mitt. — Neue Folge. — 1930. — Bd. 40, H. 5—6. — S. 335—436.

Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення  
ім. М.П. Семененка НАН України, Київ

Надійшла 24.02.2010

**РЕЗЮМЕ.** В северо-западной части Октябрьского массива в поле щелочных кварцсодержащих сиенитов были выявлены крупные (более 15 см) существенно кремнеземистые образования овалоидной или шарообразной формы, которые рассматриваются как миндалины. Они имеют зональное строение и состоят преимущественно (80—90 %) из мелко- или криптозернистых минералов кремнезема, оксидов железа (около 10 %) и апатита (в среднем 3 %, иногда 5—10). Присутствует акцессорный монацит. Предполагается, что такие миндалевидные образования сформировались в сиенитах в местах газовых пустот (пузырей), которые заполнялись остаточным расплавом-флюидом. В этом остаточном расплаве-флюиде концентрировался фосфор и частично редкоземельные элементы, входившие в состав апатита и монацита. Существенно кремнеземистый состав миндалины (79,5 %  $\text{SiO}_2$  и 13 —  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ ) и, соответственно, расплава-флюида, из которого они образовались, резко увеличивал активизацию кислотных компонентов, в том числе  $\text{P}_2\text{O}_5$ . В конечном результате это привело к выделению апатита (в значительном количестве по сравнению с магматическими породами Октябрьского массива) и монацита. Присутствие последнего отображает общеизвестную редкометалльную специализацию щелочных пород этого массива.

**SUMMARY.** Large (up to 15 cm and more) significantly siliceous formations of a flattened-ovaloid or spherical shapes were found in the north-western part of Oktyabrsky massif within the field of alkaline quartz-bearing syenites. They are considered to be amygdales. They have a zonal structure and mainly consist (80—90 %) of fine- or crypto-grained minerals of silica, iron oxides (about 10 %) and apatite (of 3 %, up to 5—10 % at an average). There is also accessory monazite. It is assumed that such amygdale-like mineral formation were formed in syenites in situ of the gas bubbles which were filled with residual melt-fluid. Phosphorus and some REE, which crystallized as apatite and monazite were concentrated in this residual melt-fluid. Sometimes small crystals of monazite are crystallized near of rim's apatites. Evidently there are fine inclusions of monazite (or REE-carbonate) in some apatites. It is interesting apatite, regardless of the individual cracks, looks like solid crystals in contrast to siliceous bulk rock cracked and filled by iron oxides (or silica minerals).

Essentially siliceous composition of the amygdales (79.5 %  $\text{SiO}_2$  and 13 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ ), and, of melt-fluid from which they were formed, accordingly, sharply increased the energization of acidic components, including  $\text{P}_2\text{O}_5$ . As a result it has caused the separation of apatite (in significant quantities, compared to magmatic rocks of the Oktyabrsky massif) and monazite. The presence of monazite reflects the well-known rare-earth specialization of the alkaline rocks of this massif. It is obvious that forming of examined siliceous amygdales and enriching them in phosphorus occurred during high-temperature magmatic (or post-magmatic) stage of syenite intrusion crystallization, when mobility of phosphorous was considerable and intensive precipitation of apatite took place in siliceous environment.

УДК 548 : 549.761.34

В.М. Квасниця, І.В. Квасниця

## КРИСТАЛОМОРФОЛОГІЯ ЗАКАРПАТСЬКОГО ВОЛНІНУ (BA[SO<sub>4</sub>])

Волнін — рідкісний морфологічний різновид призматичних кристалів бариту, індикаторною ознакою яких є значне видовження вздовж осі [001], разом із незначним у більшості випадків розвитком вздовж осі [100]. Це низькотемпературний гідротермальний мінерал, відкритий майже два століття тому в Східних Карпатах (Берегівське пагорбгір'я, Закарпаття, Україна) і Західних Карпатах (Спішсько-Гемерське Рудогір'я, Словаччина). Його кристалам властивий також певний набір простих форм, серед яких найбільш поширеними і габітусними є {210}, {110}, {001}, {100}, {010}, {011}, {102} і {111}. Висвітлена коротка історія вивчення кристалографії волніну. Наведено повний перелік простих форм, встановлених на кристалах волніну із карпатських рудопросявів в Україні і Словаччині. Показано розмаїття морфологічних типів кристалів волніну. Стило охарактеризовано хімічний склад закарпатського волніну та його мінерали-супутники. Проаналізовано внутрішні та зовнішні чинники, що визначили форму кристалів волніну.

E-mail: vmkvas@hotmail.com

**Вступ.** Барит є типовим середньо- і низькотемпературним гідротермальним мінералом. Він дуже часто утворюється в жилах і порожнинах, тому в умовах вільного росту багатогранники є характерними для цього мінералу. Барит можна віднести до найкраще кристалографічно вивчених мінералів. Достатньо згадати "Атлас форм кристалів" В. Гольдшмідта, в якому зведені всі дані про кристалографію бариту на початок ХХ ст. [14]. У першому томі цього атласу в 44 таблицях наведено 737 рисунків багатогранників бариту зі всього світу. Гоніометрично зафіксовано 312 простих форм кристалів бариту [4].

Хоч на кристалах бариту встановлена така велика кількість простих форм, однак значні розвиток та поширення мають трохи більше десятка із них. Перш за все пінакоїди {001}, {100} і {010}, ромбічні призми {110}, {210}, {011}, {102} і {104} та ромбічні дипіраміди {111}, {112}, {113} і {122}. Майже всі вони належать до структурно важливих форм бариту. Саме вище перераховані пінакоїди і ромбічні призми переважно визначають габітус і обрис

кристалів бариту. Йому властиві плескати від тонко- до товстотаблитчастих по [001] пінакоїдальні і пінакоїдально-призматичні кристали, тоді як видовжені по осях [001], [100] чи [010] пінакоїдально-призматичні і призматичні кристали зустрічаються значно рідше. До особливо рідкісних належать видовжені по [001] і дещо плескати по [100] призматичні кристали бариту, відомі під назвою волнін.

**Коротка історія волніну.** Він був відкритий майже два століття тому в Карпатах. Свою назву волнін отримав завдяки його незвичайній формі, оскільки перші дослідники цього бариту вважали його іншим мінералом. Саме специфічна форма кристалів такого бариту була причиною помилкової ідентифікації мінералу. Так, у 1817 р. кристали цього мінералу з Карпат були описані К. Габерле як шпатоподібні кристали гіпсу [3, 8, 15]. Пізніше, у 1820 р. Й. Йонас [3, 8, 15], отримавши від А. Вольного — директора фабрики галунів у Мужієвому в Закарпатті — ці незвичайні за формою кристали бариту із ріолітових туфів біля Мужієве, описав їх також помилково як новий мінеральний вид — невідомий сульфат і назвав його саме на честь А. Вольного —

© В.М. Квасниця, І.В. Квасниця, 2010

ISSN 0204-3548. Мінерал. журн. 2010. 32, № 2

75

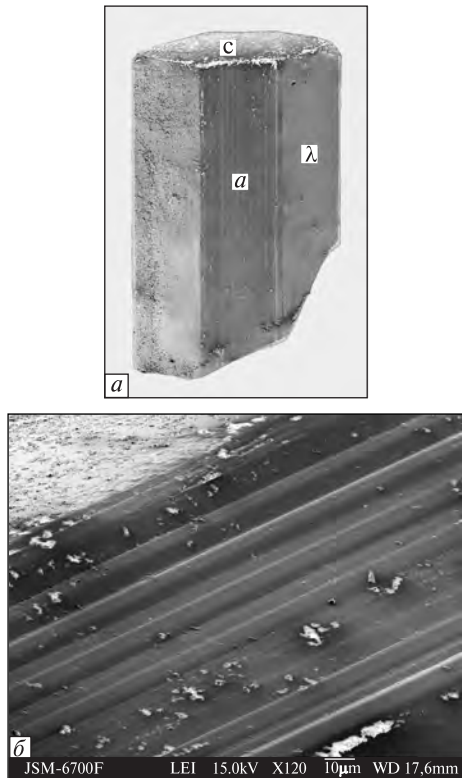


Рис. 1. Кристал волніну з ріолітових туфів з рудопрояву Берегове (а) та фрагмент зображення поверхні грані пінакоїда {100} цього кристала з добре розвинутою комбінаційною штриховкою (б). Розшифровку буквених позначень символів простих форм тут і на рис. 2—4, 6 див. у табл. 2

Fig. 1. Crystal of wolyn from rhyolite tuff of Beregove occurrence (a). The surface of pinacoid {100} face with combination streaks (b) on wolyn crystal. Letter marks of simple forms for Fig. 1—4, 6 see on Table 2)

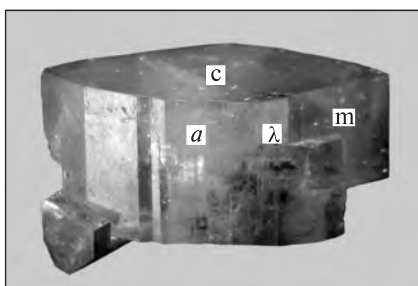


Рис. 2. Кристал "напівволніну" із рудопрояву Мужієве  
Fig. 2. Crystal of semiwolyn from Muzhieve ore occurrence

волніном. Тільки в 1822 р. Ф. Бедан [3, 8, 15] встановив, що волнін є морфологічним різновидом бариту. На цей час волнін уже було знайдено в декількох тодішніх австро-угорських рудопроявах, які нині знаходяться в Словацьких Західних Карпатах (рудопрояви Красна Горка, Бетліяр) і Берегівському пагор-

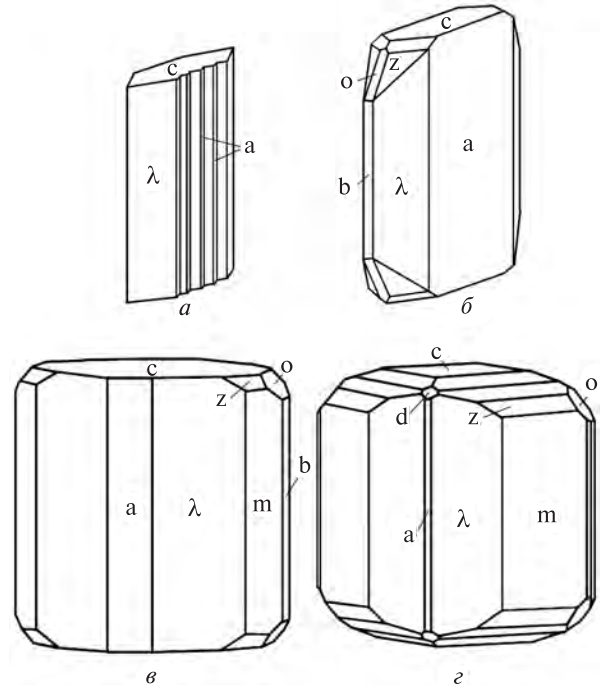


Рис. 3. Деякі морфологічні типи кристалів мужієвського волніну: а, б — за А. Шрауфом [18], в, г — за А. Шмідтом [16]

Fig. 3. Some morphological types of Muzhieve wolyn crystals: a, b — after A. Schrauf [18], v, z — after A. Schmidt [16]

богір'ї (Україна, Мужієве). Згодом подібні кристали бариту були знайдені ще в декількох інших місцях світу, їх зображення наведені в Атласі В. Гольдшміда [14]. За нинішніми даними [19, 20], волнін має значне поширення у Спішсько-Гемерській частині Західних Карпат (зони окиснення рудопроявів Красногорське Підграддя — Красна Горка, Рожнава, Бетліяр і Дрнава (*Krasnohorske Podhradie — Krasna Horka, Roznava, Betliar, Drnava*). В обох частинах Карпат (Спішсько-Гемерській і Берегівській) рудопрояви волніну зустрічаються в метасоматичних утвореннях по вулканітах. Детальніші відомості про історію відкриття волніну можна знайти в публікації Г. Паппа [15].

Перші кристалографічні дослідження карпатського волніну з рудопроявів Мужієве і Бетліяр виконав А. Шрауф у 1860 р. [14, 15, 18]. Пізніше його кристалографію вивчали: І. Сечкай у 1876 р. (рудопрояв Бетліяр) [14, 15], А. Шмідт у 1879 р. (рудопрояви Мужієве і Красна Горка) [14, 15, 16], А. Шмідт у 1887 р. (рудопрояв *Klein Hnilecz* в тодішній Австро-Угорщині) [14], А. Франзену у 1894 і 1913 рр. (рудопрояви *Kis Almas* і Рожнава в тодішній Австро-Угорщині) [14, 19], Є.І. Вульчин у



1949 р. (рудопрояр Берегове) [3], А.О. Вартересевич і Г.Л. Піотровський у 1951 р. (рудопрояр Берегове) [3], О.І. Матковський зі співавторами у 1982 р. (рудопрояр Берегове) [10], В.З. Бартошинський у 1989 р. (рудопрояр Берегове) [1], В.М. Квасниця і В.М. Крочук у 1992 р. (рудопрояр Берегове) [6]. З такого огляду опублікованих робіт щодо кристалографії волніну можна припустити, що закарпатський волнін вивчено, мабуть, дещо краще, ніж словацький.

**Кристалографія закарпатського волніну.** На кристалах волніну із Берегівського пагорбогір'я (рудопрояр Берегове і Мужієве) зафіксовано 29 простих форм (табл. 1), а саме три пінакоїди, 15 призм і 11 дипірамід. Серед них найбільш поширеними є пінакоїди {001}, {100} і {010}, ромбічні призми {110}, {210}, {120}, {130}, {011} і {102} та ромбічні дипіраміди {111}, {112}, {113}, {114} і {115}. Пінакоїд {100} часто є пасивною формою росту, виникає за рахунок трансляції ребер призми {210}. Габітус

Таблиця 1. Прості форми на кристалах карпатського волніну

Table 1. Simple forms of Carpathian wolyn crystals

Номер з/п	Східні Карпати, Берегівське пагорбогір'я, Закарпаття, Україна					Західні Карпати, Спішсько-Гемерське Рудогір'я, Словаччина				Всі встановлені форми
	Мужієве		Берегове			Бетліяр		Красна Горка		
	За даними									
	[18]	[16]	[3]*		[1, 10]	[6]	[14]**			
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	<b>100</b>
2	001	001	001	001	001	001	001	001	001	<b>001</b>
3	010	010	010	010	010	010	010	010	010	<b>010</b>
4	140	140	—	140	—	—	—	—	—	140
5	130	130	—	130	130	130	130	—	130	130
6	120	—	—	120	—	120	120	120	—	120
7	230	—	—	230	230	—	—	—	230	230
8	110	110	110	110	110	110	110	110	110	<b>110</b>
9	320	—	—	320	—	—	—	—	320	320
10	210	210	—	210	210	210	210	210	210	<b>210</b>
11	310	—	—	310	310	—	—	310	—	310
12	410	—	—	410	—	—	—	—	—	410
13	910	—	—	910	—	—	—	—	—	910
14	102	102	102	102	—	102	—	102	—	<b>102</b>
15	104	—	—	104	—	—	—	—	—	104
16	011	011	011	011	011	011	011	011	011	<b>011</b>
17	021	—	—	021	—	—	—	021	—	021
18	—	—	—	—	023	—	—	—	—	023
19	111	111	111	111	111	111	111	111	111	<b>111</b>
20	112	112	112	112	—	—	112	—	—	112
21	113	113	—	113	113	113	113	—	113	113
22	114	114	—	114	114	114	114	—	114	114
23	115	115	—	115	—	—	115	—	115	115
24	121	—	—	121	—	—	—	—	—	121
25	122	—	—	122	—	—	122	122	—	122
26	124	124	—	124	—	—	—	—	—	124
27	223	223	—	223	—	223	—	—	223	223
28	—	—	—	—	227	—	—	—	—	227
29	362	—	362	—	—	—	—	—	—	362

Примітка. Основні габітусні форми кристалів волніну виділено жирним шрифтом. \* — у першій колонці — дані Є.І. Вульчина; \*\* — у першій колонці — дані А. Шрауфа, в другій — І. Сечкая, у третій — А. Шмідта.

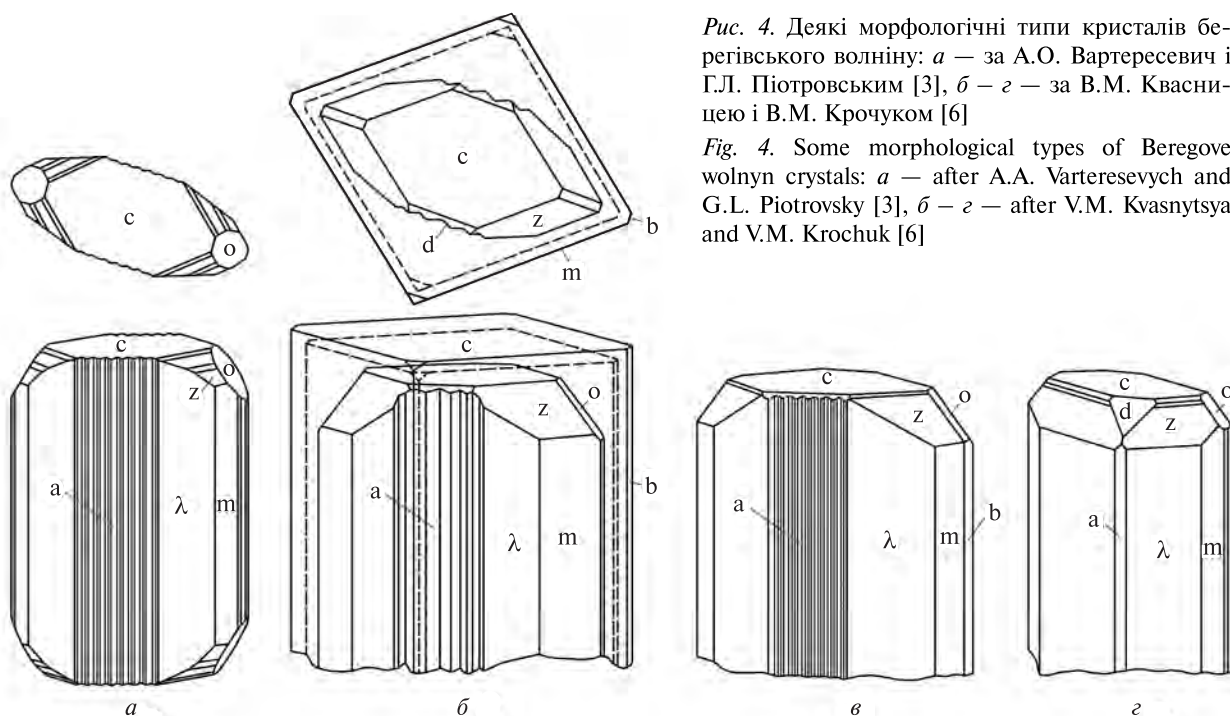


Рис. 4. Деякі морфологічні типи кристалів берегівського волніну: *a* — за А.О. Вартересевич і Г.Л. Піотровським [3], *б* — *г* — за В.М. Квасницею і В.М. Крочуком [6]

Fig. 4. Some morphological types of Beregove wolyn crystals: *a* — after A.A. Varteresevych and G.L. Piotrovsky [3], *б* — *г* — after V.M. Kvasnytsya and V.M. Krochuk [6]

кристалів закарпатського волніну визначають значно менше форм:  $\{210\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{100\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{011\}$ ,  $\{102\}$  і  $\{111\}$ . Проте різні комбінації простих форм на кристалах та різний розвиток їх граней дозволяють виділяти багато морфологічних типів кристалів карпатського волніну взагалі. Це добре видно із опублікованих майже п'ятдесяти зображень кристалів закарпатського і словацького волніну. Деякі морфологічні типи кристалів закарпатського волніну і "напівволніну" показані на рис. 1—4. "Напівволнін"\* (рис. 2) — це кристал бариту з комбінацією форм, як у волніна, але із майже наполовину меншим видовженням по осі  $[001]$ . Для волніну набір простих форм та розвиток їхніх граней може бути різним як на головках кристалів, так і у вертикальному призматичному поясі  $[001]$ . Відповідно, розвиток кристалів вздовж осей  $[100]$  і  $[010]$  різний — від рідкісних ізометричних в цьому перерізі до поширених плескатих по  $[100]$ . Єдине, що об'єднує всі морфологічні типи кристалів волніну — це їх видовження по  $[001]$  та аналогічний набір габітусних форм для більшості

кристалів. Отже, під терміном "волнін" дослідники розуміють мінерал із дещо різною кристалографією.

Якщо порівняти набори простих форм на кристалах закарпатського і словацького волніну, то можна побачити їх подібність (табл. 1). Найбільш виразна різниця між ними лише за морфологічними типами кристалів, ця ж різниця простежується для кристалів волніну із різних рудопроявів взагалі. Звідси можна зробити висновок, що локальні умови росту кристалів волніну продукують дещо різну їх морфологію. Можна також вказати на відмінність між словацьким і закарпатським волніном у розмірі найбільших кристалів по  $[001]$ : до 5 см для першого [20] і до 1,5 — для другого.

#### Чинники впливу на форму кристалів волніну.

Ріст кристала будь-якого мінералу відбувається унаслідок взаємодії багатьох чинників. Звичайно на форму кристалів впливає їх сукупність (структура мінералу, *PT*-умови росту, хімічний склад розчинів чи розплавів, пересичення, домішки, лужність-кислотність середовища тощо), але один-два із них можуть мати визначальне значення. Набір простих форм на кристалі та його габітус і обрис є кінцевим продуктом рівноваги цих впливових сил.

*Структурний чинник.* Як відомо, послідовність теоретичної важливості форм кристалів будь-якого мінерального виду та їх статистичне поширення визначаються, перш за все,

\* Подібні кристали, тобто кристали, які за видовженням по  $[001]$  і набором простих форм наближаються до волніну із рудопрояву Берегове, описала ще у 1953 р. А.О. Вартересевич у статті "Об одном двойникообразном сростке барита" (Мінерал. сб. Львов. геол. о-ва. — 1953. — № 7. — С. 45—50).