

РОМБООДР $\{01\bar{1}2\}$ НА КРИСТАЛАХ МАРМАРОСЬКИХ «ДІАМАНТІВ» (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

Наведено результати електронно-мікроскопічних та гоніометричних досліджень морфології кристалів мармароських «діамантів» з району с. Нижні Ворота (Українські Карпати). Рідкісну форму – ромбоєдр $\{01\bar{1}2\}$ виявлено вперше не тільки на кристалах мармароських діамантів Українських Карпат, а й на кристалах кварцу з різних гідротермальних утворень України. Цю форму зафіксовано на кристалах кварцу призматично-ромбоєдричного габітусу – з приблизно однаковим розвитком призми $\{10\bar{1}0\}$ і основних ромбоєдрів $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$. Плоскі грані ромбоєдра $\{01\bar{1}2\}$ мають відносно добрий розвиток та F-характер.

Ключові слова: кварц, кристали, прості форми, ромбоєдр, габітус, мармароські «діаманти», Українські Карпати.

Кристаломорфологію мармароських «діамантів» з флішових відкладів Українських Карпат вивчало багато дослідників, дані більшості цих досліджень узагальнено в монографії [2]. У цій публікації відзначено також відмінність у морфології кристалів мармароських «діамантів» з різних районів їх поширення (район с. Підполоззя, долина р. Стрий). Різниця між кристалами цього кварцу з різних районів Карпат полягає насамперед у розвитку тих чи інших простих форм і топографії їх граней. Проте особливості мармароських «діамантів» з різних районів їх поширення потрібно підтверджувати інструментальними дослідженнями. Тому ми провели гоніометричне і електронно-мікроскопічне вивчення морфології великої колекції кристалів «діамантів» з району с. Нижні Ворота (Українські Карпати).

Зразки і методи досліджень. Гоніометричні і растрові електронно-мікроскопічні дослідження кристалів кварцу виконано в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, в кабінеті морфологічної кристалографії на гоніометрі ГД-1 і лабораторії електронної мікроскопії на електронному мікроскопі JSM 6700F фірми Jeol (Японія). Розміри кристалів не перевищували 1 см, здебільшого в межах 0,5—0,8 см по головній осі. Кристали кварцу з багатою морфологією, в тому числі кристали з розвитком граней дипіраміди і різних ромбоєдрів, були об'єктами детальнішого гоніометричного вивчення.

Коротке повідомлення про кристаломорфологію мармароських «діамантів» з району с. Нижні Ворота ми опублікували раніше [5], у цій статті подаємо значно повніший матеріал з ілюстраціями.

Результати досліджень, обговорення, висновки. За даними досліджень серед вивчених кристалів мармароських «діамантів» можна виділити їх декілька морфологічних типів (рис. 1, 2):

- призматичний — грані гексагональної призми $\{10\bar{1}0\}$ переважають над основними ромбоедрами за розвитком;
- призматично-ромбоедричний — з приблизно однаковим розвитком призми $\{10\bar{1}0\}$ і основних ромбодрів $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$;
- призматично-ромбоедричний з відносно добрим розвитком граней дипіраміди $\{11\bar{2}1\}$;
- ромбоедричний — на кристалах домінують грані основних ромбодрів $\{10\bar{1}1\}$ і $\{01\bar{1}1\}$ над призмою $\{10\bar{1}0\}$, грані якої представлені лише вузькими смужками;
- ромбоедрично-псевдокубічний — на кристалах домінують грані ромбоедра $\{10\bar{1}1\}$ над ромбодром $\{01\bar{1}1\}$ і призмою $\{10\bar{1}0\}$;
- призматично-ромбоедричний — з приблизно однаковим розвитком призми $\{10\bar{1}1\}$ і основних ромбодрів $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$ та відносно добрим розвитком граней ромбоедра $\{01\bar{1}2\}$ (рис. 2).

Останній морфологічний тип кристалів кварцу є рідкісним, а призматичні кристали серед мармароських «діамантів» є мало поширеними. Трапляються зростки кристалів кварцу, які близькі до двійників за законом Фріделя (осі $[0001]$ кристалів перпендикулярні одна до одної). Незакордані зростки кристалів різного розміру доволі часті.

Дослідження поверхні граней простих форм кристалів кварцу з району с. Нижні Ворота за допомогою растрової електронної мікроскопії показало, що ромбодри майже позбавлені різних видимих скульптур росту чи розчинення. Тільки на гранях призми великих за розмірами кристалів кварцу добре помітні

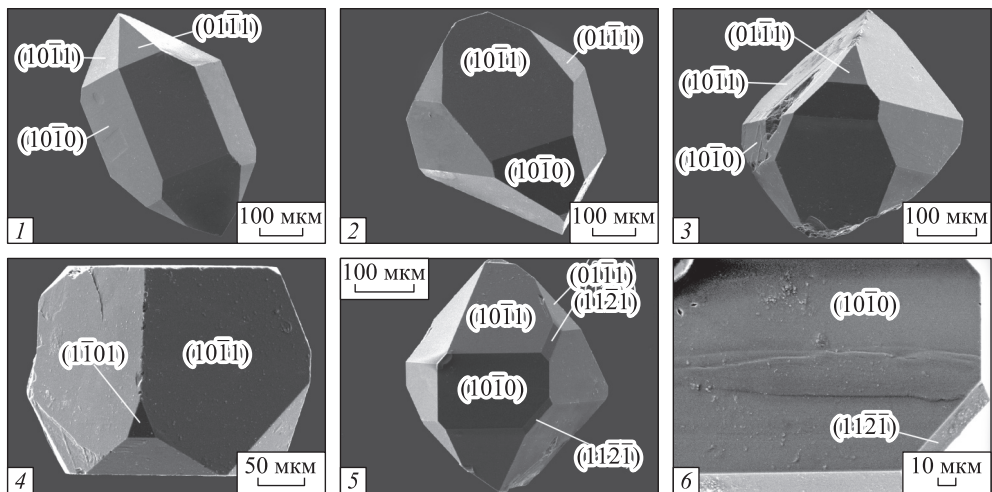


Рис. 1. Морфологічні типи мармароських «діамантів» з району с. Нижні Ворота, Українські Карпати: 1 — призматичний кристал; 2, 3 — ромбоедричні кристали з різним розвитком граней призми $\{10\bar{1}0\}$; 4 — псевдокубічний ромбоедричний кристал; 5 — кристал з гранями дипіраміди $\{11\bar{2}1\}$; 6 — скульптура росту на грані призми $\{10\bar{1}0\}$. Растрові електронно-мікроскопічні знімки

Fig. 1. Morphological types of marmarosh «diamonds» from Nyzhni Vorota occurrence, Ukrainian Carpathians: 1 — prismatic crystal; 2, 3 — rhombohedral crystals with various faces of $\{10\bar{1}0\}$ prism; 4 — pseudocubic rhombohedral crystal; 5 — crystal with faces of $\{11\bar{2}1\}$ dipyramid; 6 — layer growth on face of $\{10\bar{1}0\}$ prism. SEM images

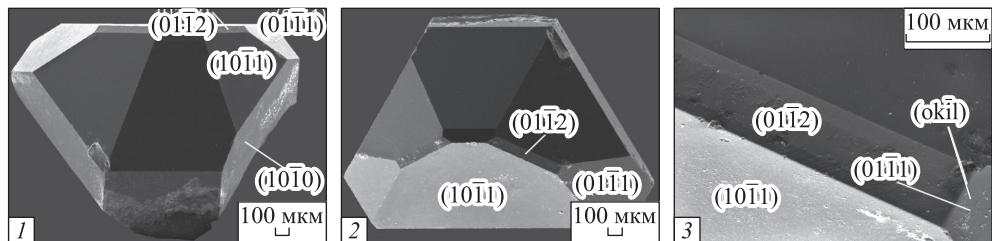


Рис. 2. Кристал мармароського «діаманту» з розвитком граней ромбоедра $\{01\bar{1}2\}$: 1, 2 — різні зображення кристала з гранями ромбоедра $\{01\bar{1}2\}$; 3 — деталізація грані ромбоедра $\{01\bar{1}2\}$. Растрові електронно-мікроскопічні знімки

Fig. 2. Crystal of marmarosh «diamond» with faces of $\{01\bar{1}2\}$ rhombohedron: 1, 2 — different images of crystal with faces of $\{01\bar{1}2\}$ rhombohedron; 3 — face of $\{01\bar{1}2\}$ rhombohedron in detail. SEM images

вузькі грані різних ромбоедрів, полярні координати яких відрізняються від координат основних ромбоедрів. На гранях призми дрібних кристалів лише іноді ледь виражені ростові скульптури (рис. 1, б).

Крім граней призми $\{10\bar{1}0\}$ і основних ромбоедрів $\{10\bar{1}1\}$ і $\{01\bar{1}1\}$, граней дипіраміди $\{11\bar{2}1\}$, які мають різний розвиток, зафіксовано відносно добре розвинені грані тупого ромбоедра $\{01\bar{1}2\}$ (полярна координата $32^{\circ}25'$) (рис. 2). У цьому самому поясі між гранями ромбоедрів $\{01\bar{1}2\}$ і $\{01\bar{1}1\}$ помітні мініатюрні грані ще одного тупого негативного ромбоедра, символ якого не вдалося визначити через їх малі розміри (рис. 2, 3). У поясі ромбоедра $\{10\bar{1}1\}$ на великих кристалах виявлено другорядні форми — грані гострих ромбоедрів $\{2011\}$ і $\{7073\}$, а в поясі ромбоедра $\{01\bar{1}1\}$ — вузькі грані гострих ромбоедрів $\{0551\}$ і $\{0.10.10.7\}$. Вказані гострі ромбоедри в комбінації ускладнюють поверхню граней призми $\{10\bar{1}0\}$, утворюючи горизонтальну штрихуватість. Зазначимо, що горизонтальне штрихування характерне і для граней основної призми «діамантів» с. Підполоззя [2], із сусіднього району з с. Нижні Ворота.

Ромбоедр $\{01\bar{1}2\}$ виявлено вперше на кристалах мармароських «діамантів» Українських Карпат, він і донині невідомий для кристалів кварцу з інших різних гідротермальних утворень України. Мармароські «діаманти» з розвитком граней ромбоедра $\{01\bar{1}2\}$ також можна віднести до унікальних знахідок для кристалів цього мінералу взагалі [1, 3]. У найповнішому на цей час кристалографічному довіднику мінералів — в Атласі В.М. Гольдшмідта [3] — ця форма є також надзвичайно рідкісною, серед 854 зображень кристалів кварцу з усього світу лише на декількох показано цю форму, наприклад фіг. 584, 626, 628, 685, 787 та ін. Це кристали кварцу із гідротермальних утворень Європи і Гренландії, грані вказаного ромбоедра на них також мають другорядний розвиток. Найближче зображення кварцу з ромбоедром $\{01\bar{1}2\}$ до вивчених нами показано у Атласі на фіг. 685 — кристал кварцу із Західних Альп у Франції. У праці [1] вказано, що ромбоедр $\{01\bar{1}2\}$ на кристалах кварцу належить до відносно мало поширених форм і зафіксований (більше як 10 разів) небагатьма дослідниками.

Згідно з методом періодичних ланцюжків сильного зв'язку П. Хартмана [4], на кристалах кварцу тільки грані основних ромбоедрів $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$ і основної призми $\{10\bar{1}0\}$ можуть рости шарами, тобто вони мають бути плоскими і гладенькими F-гранями. Із структурних розрахунків за згаданим методом грані всіх останніх форм на кристалах кварцу повинні мати S- і K-характер, тобто бути гранями пасивного росту з типовими ознаками їх поверхні — штриховаті чи шорсткі відповідно. Проте спостерігаємо невідповідність між теоретичною

і реальною морфологією кристалів кварцу — як грані дипіраміди $\{11\bar{2}1\}$, так і грані ромбоєдра $\{01\bar{1}2\}$ на вивчених кристалах кварцу є плоскими і гладенькими, тобто мають F-характер, — росли шарами. На таку зміну способу росту вказаних граней можуть впливати різні зовнішні фактори, насамперед температура кристалізації, пересичення розчину, адсорбція домішок.

Генетичне значення появи ромбоєдра $\{01\bar{1}2\}$ на кристалах кварцу поки що не з'ясовано, однак він спостерігається на кристалах кварцу із низькотемпературних кварц-карбонатних утворень. Гоніометричне вивчення поширення і розподілу другорядних форм кристалів мармароських «діамантів» на великому статистичному матеріалі дасть змогу інструментально виявити їх особливості в межах окремих районів Карпат.

СПИСОК ЛТЕРАТУРИ

1. Дэна Дж. Д., Дэна Э.С., Фрондель К. Система минералогии, том 3. Минералы кремнезема. М.: Мир, 1966. 430 с.
2. Матковський О., Квасниця В., Наумко І. та ін. Мінерали Українських Карпат. Силікати. Львів, ЛДУ, 2011. 520 с.
3. Goldschmidt V. Atlas der Krystallformen. Band 7. Heidelberg: Verlag Winters, 1922. Taf. 55—108.
4. Хартман П. Зависимость морфологии кристалла от кристаллической структуры. *Пост кристаллов*. Т. 7. М.: Наука, 1967. С. 8—24.
5. Kvasnytsia I.V. New data about the crystal morphology of marmarosh «diamonds». *Acta Mineralogica — Petrographica*. 40. Szeged (Hungary): Supplementum, 2000. С. 66.

Надійшла 04.03.2016

И.В. Квасниця

РОМБОЭДР $\{01\bar{1}2\}$ НА КРИСТАЛЛАХ МАРМАРОШСКИХ «ДИАМАНТОВ» (УКРАИНСКИЕ КАРПАТЫ)

Приведены результаты электронно-микроскопических и гониометрических исследований морфологии кристаллов мармарошских «диамантов» из района с. Нижние Ворота (Украинские Карпаты). Редкая форма — ромбоэдр $\{01\bar{1}2\}$ — обнаружен впервые не только на кристаллах мармарошских «диамантов», но и на кристаллах кварца из разных гидротермальных образований Украины. Эта форма зафиксирована на кристаллах призматически-ромбоэдрического габитуса — с примерно одинаковым развитием призмы $\{10\bar{1}0\}$ и основных ромбоэдров $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$. Плоские грани ромбоэдра $\{01\bar{1}2\}$ относительно хорошо развиты и имеют F-характер.

Ключевые слова: кварц, кристаллы, простые формы, ромбоэдр, габитус, мармарошские «диаманты», Украинские Карпаты.

I.V. Kvasnytsia

RHOMBOHEDRON $\{01\bar{1}2\}$ ON CRYSTALS OF MARMAROSH «DIAMONDS» (UKRAINIAN CARPATHIANS)

The results of electron microscopic and goniometric studies of quartz crystals from the area near the Nyzhni Vorota village in the Ukrainian Carpathians are shown. A rare form — rhombohedron $\{01\bar{1}2\}$ is established for the first time not only for the marmarosh «diamonds» but also for quartz crystals from various hydrothermal mineralization of Ukraine. This form is fixed on quartz crystals of prismatic-rhombohedron habit with approximately equal development of prisms $\{10\bar{1}0\}$ and main rhombohedrons $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$. The flat faces of the rhombohedron $\{01\bar{1}2\}$ are relatively well developed and are of F-character.

Keywords: quartz, crystals, simple forms, rhombohedron, habit, Marmarosh «diamonds», Ukrainian Carpathians.