МІНЕРАЛОГІЧНИЙ ЗБІРНИК
2002. № 52. Вип. 2. С. 96–101

MINERALOGICAL COLLECTION
2002. № 52 (2). P. 96–101

цУДК 548.54:549.514.51 (234.372)

ОСОБЛИВОСТІ КРИСТАЛОМОРФОЛОГІЇ "МАРМАРОСЬКИХ ДІАМАНТІВ" ЗІ СЛОВАЦЬКИХ КАРПАТ

І. Дудок[1], О. Вовк[1], С. Каролі[2]

[1]*Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України та НАК "Нафтогаз України"; 79053 м. Львів, вул. Наукова, 3а*
E-mail: igggk@ah.ipm.lviv.ua
[2]*Геологічна служба Словаччини*
04011 Словаччина, м. Кошіце, вул. Верферова, 1
E-mail: karoli@ccsun.tuke.sk

За результатами гоніометричних досліджень виділено чотири типи габітусу кристалів кварцу типу "мармароських діамантів" зі Словацьких Карпат: гексагонально-дипірамідальний, псевдокубічний, гексагонально-призматичний і тригонально-призматичний. Зі зниженням температури середовища кристалізації габітус кристалів змінюється з гексагонально-дипірамідального на тригонально-призматичний. Зроблено висновок про взаємозв'язок кристаломорфологічних особливостей "мармароських діамантів" та складу мінералоутворювального флюїду.

Ключові слова: "мармароські діаманти", габітус кристалів, Словацькі Карпати.

Кварц типу "мармароських діамантів" трапляється в багатьох регіонах світу (Альпи, Донбас, Кавказ, Карпати, Крим та ін.). Уперше його знайдено в межах Мармароського масиву Карпат. Перший кристаломорфологічний опис цього кварцу зробив Лейдольт 1885 р. Пізніше його доповнили дослідження Л.Д. Архіпової [1], О.І. Матковського [7], Є.К. Лазаренка та інших [6], Д.К. Возняка та інших [2], В.І. Павлишина [8] та ін.

"Мармароські діаманти" – це прозорі безбарвні кристали кварцу з типовим скляним блиском. Розмір кристалів за головною кристалографічною віссю зазвичай від перших міліметрів до 1,0 см, зрідка до 3,0 см. Кварц виповнює тріщинуваті зони в осадових породах у парагенезисі з кальцитом і тісній асоціації з різними за складом бітумами. Гоніометричними дослідженнями з'ясовано, що головними габітусними формами такого кварцу є гексагональна призма $\{10\bar{1}0\}$, ромбоедри $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$, а також зазвичай слабко розвинута тригональна дипіраміда $\{11\bar{2}1\}$. Перший найповніший кристаломорфологічний опис "мармароських діамантів" з Українських Карпат виконав О.І. Матковський [7]. У результаті гоніометричних досліджень багатьох кристалів учений виділив два головні типи габітусів:

- стовпчасто-призматичний з переважним розвитком граней призми (характерний для "мармароських діамантів" з еоценових відкладів району с. Підполоззя);
- біпірамідальний з переважним розвитком ромбоедричних граней (характерний для "мармароських діамантів" із флішових відкладів району Чивчинських гір).

Д.К. Возняк та інші [2] в Українських Карпатах виділили три типи габітусів "мармароських діамантів" (рис. 1):

© Дудок І., Вовк О., Каролі С., 2002

- призматичний з переважним розвитком граней призми;
- ромбоедричний з переважним розвитком граней ромбоедрів;
- псевдокубічний з різким переважанням розвитку граней позитивного ромбоедра та без або зі слабким розвитком граней призми.

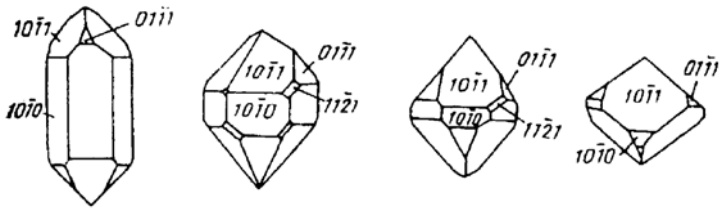

Рис. 1. Габітус кристалів “мармароських діамантів” із Українських Карпат [2].

Крім габітусу кристалів, важливою типоморфною ознакою “мармароських діамантів” є наявність у них різних за складом вуглеводневих включень. Вони є індикаторами послідовності росту окремих індивідів, зміни хімічного складу мінералоутворювального флюїду (від високощільного вуглеводнево-водного на початкових стадіях до нафтово-водного, а подекуди й зі значними домішками діоксиду вуглецю на кінцевих). А це, відповідно, свідчить про важливу роль “мармароських діамантів” у відтворенні процесів міграції вуглеводнів під час формування промислових скупчень нафти і газоконденсатів у нафтогазоносних провінціях.

Ми розглянемо лише особливості кристаломорфології “мармароських діамантів” зі Словацьких Карпат і зазначимо відразу, що для них характерні всі типи вуглеводневих включень, описаних для подібного кварцу з Українських та Польських Карпат [3–5, 9–11].

Гоніометрично досліджено 77 кристалів кварцу типу “мармароських діамантів” з олігоценових відкладів Дуклянської зони (точка спостереження 1502, перевал Прислоп) і 175 кристалів із внутрішньокарпатського палеогену (точка спостереження 1527, район Великого Ліпніка, струмок Солтіс) Словацьких Карпат. Кристали відбирали з тріщинуватих зон у вмісних породах, представлених пісковиками й алевролітами. На точці спостереження 1502 азимут падіння вмісних порід 140°, кут падіння 70–80°; азимут падіння тріщин 190–200°, кут падіння 70–80°. На точці спостереження 1527 азимут падіння вмісних порід 150°, кут падіння 30°; азимут падіння тріщин 125 і 185°, кут падіння 80–90°. Потужність тріщин – від перших міліметрів до 3,0 см.

Індивіди двоголові, їхні розміри до 1 см по головній кристалографічній осі L_3. На всіх кристалах наявні грані гексагональної призми m $\{10\bar{1}0\}$ і ромбоедрів r $\{10\bar{1}1\}$ та z $\{01\bar{1}1\}$. Розвиток цих граней зумовлює габітус кристалів. Крім того, приблизно на третині індивідів з Дуклянської зони і на 13 % кристалів із внутрішньокарпатського палеогену виявлено тригональну дипіраміду s $\{11\bar{2}1\}$. Гострі ромбоедри трапляються зрідка.

Обрис кристалів ізометричний або короткостовпчастий, рідше стовпчастий. За габітусом можна виділити кілька типів індивідів (див. таблицю).

Габітус кристалів “мармароських діамантів” зі Словацьких Карпат за даними гоніометричних досліджень

Габітус	Дуклянська зона, % індивідів	Внутрішньокарпатський палеоген, % індивідів
Гексагонально-дипірамідальний	35	31
Псевдокубічний	24	23
Гексагонально-призматичний:	25	21
обрис короткопризматичний	18	18
обрис призматичний	7	3
Тригонально-призматичний:	16	25
обрис короткопризматичний	7	23
обрис призматичний	9	2

Гексагонально-дипірамідальний з рівномірним розвитком граней ромбоедрів *r* $\{10\bar{1}1\}$ та *z* $\{01\bar{1}1\}$ і малорозвинутими гранями або й без граней призми *m* $\{10\bar{1}0\}$ (рис. 2,*1*). Кристали цього габітусу трапляються досить часто, майже у половині з них наявна дипіраміда.

Псевдокубічний (рис. 2,*2*). Для кристалів характерні добре розвинуті грані одного з ромбоедрів (позитивного або негативного) і невеликі грані призми та іншого ромбоедра. Такі індивіди трапляються зрідка. Типовішими є кристали перехідного габітусу між гексагонально-дипірамідальним та псевдокубічним (рис. 2,*3*). Дипіраміду на кристалах цього типу виявлено лише у 5 % від загальної кількості кристалів.

Гексагонально-призматичний. Цей тип поділяють на два підтипи:

І – короткопризматичний. Для кристалів цього підтипу характерний рівномірний розвиток трьох головних форм: гексагональної призми, позитивного та негативного ромбоедрів (рис. 2,*4*). Такі індивіди становлять 18 % від загальної кількості кристалів. У третині з них виявлено дипіраміду (рис. 2,*5*);

ІІ – власне призматичний (рис. 2,*6*). Головною формою є призма, ромбоедри розвинуті рівномірно, проте мають другорядне значення. Такі індивіди дуже рідкісні, дипіраміду на них не виявлено.

Тригонально-призматичний також поділяють на два підтипи:

І – короткопризматичний. Призма та один із ромбоедрів розвинуті добре, інший ромбоедр має другорядне значення (рис. 2,*7*). Такі кристали рідкісні, дипіраміду виявлено на одному з них;

ІІ – власне призматичний. Гексагональна призма домінує над нерівномірно розвинутими ромбоедрами (рис. 2,*8*). Індивіди такого типу становлять 2–9 % від загальної кількості кристалів. На двох із них виявлено дипіраміду.

Зі статистичних даних можна зробити висновок, що в процесі росту (тобто зі зниженням температури) габітус кристалів із гексагонально-дипірамідального переходить у тригонально-призматичний. Наявність дипіраміди є типовою для індивідів гексагонально-дипірамідального та гексагонально-призматичного (короткопризматичного) габітусу.

Крім описаних вище кристалів, які за огранюванням близькі до ідеальних, досить частими є спотворені індивіди. Макроскопічна симетрія реальних кристалів може відрізнятися від істинної як у бік зменшення, так і в бік збільшення. Найбільша симетрія в індивідів гексагонально-дипірамідального та гексагонально-призматичного габітусів. Поява псевдоосі шостого порядку зумовлена однаковим розвитком позитивного та негативного ромбоедрів, а псевдоплощини виникли, бо

не було граней дипіраміди *s* {11$\bar{2}$1} і трапецоедра *x* {51$\bar{6}$1}. Такі високосиметричні кристали утворюються в умовах хаотичного обертання кристала в середовищі з максимальною симетрією $\infty L_\infty \infty PC$ (симетрія кулі) або $L_\infty \infty PПC$ (симетрія нерухомого циліндра) за умови, що вісь нескінченного порядку середовища збігається із віссю третього порядку кварцу.

Надходження речовини до всіх граней кристала рівномірне. У природі в подібних умовах ростуть кристали, які безперервно обертаються в розплаві або в розчині. Тому дипірамідальні кристали характерні для параморфоз тригонального кварцу по гексагональному у кварцових порфірах та для пізньогідротемального кварцу рудних і кварцово-карбонатних жил.

Кристали призматичного габітусу росли в умовах інтенсивнішого припливу речовини до граней призми. Такі умови можуть скластися, якщо кристал прикріплений головкою до породи. Індивіди ростуть за умови однорідної рідкої плівки з симетрією круга, у разі однакових сторін плівки – із симетрією циліндра. Друга головка таких кристалів часто регенерована внаслідок того, що кристал відламувався від опори.

Виділяють кілька ступенів видовження кристалів за співвідношенням розмірів по осі L_3 до осі L_2: короткопризматичні (видовження 2,5); довгопризматичні (~4); голчасті (>6); дуже вкорочені (< 1,5). Досліджені кристали зі Словацьких Карпат сильно вкорочені або короткопризматичні. Довгопризматичні індивіди надзвичайно рідкісні, а голчастих нема.

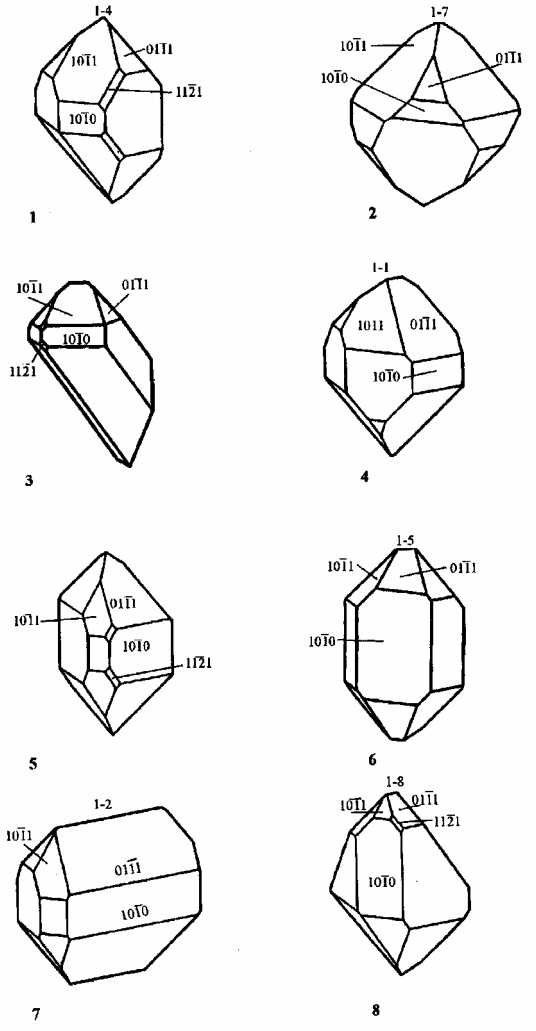

Рис. 2. Габітус кристалів “мармароських діамантів” зі Словацьких Карпат.

Виявлено також кристали зі зменшеною видимою симетрією: сплющені по гранях призми і ромбоедрів, клиноподібні та псевдотриклинні.

Під час кристаломорфологічних досліджень кварцу визначено також розмір сплющення кристалів *n*, тобто співвідношення розмірів кристалів по L_3 до відстані між протилежними гранями $\{10\bar{1}0\}$, перпендикулярними до напряму сплющення. У нашому випадку значення *n* коливається від 1:1 до 1:3. Індивіди бувають сплющені по гранях $\{10\bar{1}0\}$ або $\{01\bar{1}0\}$. Макросиметрія таких кристалів псевдоромбічна, індивіди були прикріплені гранню призми до стінки породи, що спричинило інтенсивніший приплив речовини до двох протилежних граней призми.

Кристали, сплющені по ромбоедру, росли в умовах двосторонньої плівки із симетрією циліндра. Вісь нескінченного порядку середовища збігалася з L_2 у кристалі, тому симетрія індивідів моноклінна.

Клиноподібні кристали з симетрією *P* росли в умовах, близьких до тих, у яких росли псевдоромбічні індивіди, сплющені по $\{10\bar{1}0\}$. Вони також були прикріплені гранню $\{10\bar{1}0\}$ до стінки породи, однак симетрія середовища була менша. Мінералоутворювальні потоки переміщувалися вздовж кристала в напрямі від розвинутішої головки до менш розвинутої. Внаслідок одностороннього напряму потоків на індивідах з усіх елементів симетрії збереглася тільки псевдоплощина. Клиноподібні кристали дуже цінні генетично, оскільки вони несуть інформацію про напрями міграції мінералоутворювальних флюїдів.

Псевдотриклінні кристали свідчать про те, що симетрія середовища не була максимальною, а елементи симетрії кристала не збігалися з елементами симетрії середовища. Тобто індивіди росли косо щодо напрямів міграції мінералотворних флюїдів.

У цілому "мармароські діаманти" зі Словацьких і Українських Карпат подібні, однак для описаних нами менш характерні індивіди призматичного габітусу. Кристаломорфологічні особливості кварцу типу "мармароських діамантів" свідчать про еволюцію мінералоутворювального флюїду і потребують детальніших мінералого-геохімічних досліджень.

1. *Архипова Л.Д.* К минералогии Кобылецкой Поляны в Закарпатье // Минерал. сб. 1951. № 5. С. 243–252.
2. *Возняк Д.К., Квасница В.Н., Галабурда Ю.А.* Типоморфные особенности "мармарошских диамантов" // Типоморфизм кварца Украины. К., 1974. С. 79–82.
3. *Дудок І.В.* Особливості вуглеводневого складу включень в "мармароських діамантах" Українських Карпат // Геологія і геохімія горючих копалин. 2001. № 2. С. 51–62.
4. *Дудок И.В., Ярмолович-Шульц К.* Возможности использования флюидных включений при изучении процессов миграции углеводородов ("мармарошские диаманты") // Prace Instytutu Górnictwa Naftowego i Gazownictwa. 2000. N 110. P. 447–450.
5. *Калюжний В.А., Сахно Б.Е.* Перспективи прогнозування корисних копалин за типоморфними ознаками флюїдних включень вуглеводнів та вуглець-діоксиду (Закарпатський прогин, Складчасті Карпати. Україна) // Геологія і геохімія горючих копалин. 1998. № 3 (104). С. 133–147.
6. *Лазаренко Е.К., Лазаренко Э.А., Барышников Э.К., Малыгина О.А.* Минералогия Закарпатья. Львов, 1963.
7. *Матковский О.И.* О так называемых мармарошских диамантах // Материалы комиссии минералогии и геохимии. Львов, 1961. № 1. С. 149–158.

8. *Павлишин В.И.* Типоморфизм кварца, слюд и полевых шпатов в эндогенных образованиях. К., 1983.
9. *Dudok I.V., Jarmołowicz-Szulc K.* Hydrocarbon inclusions in vein quartz (the "Marmarosh diamonds") from the Krosno and Dukla zones of the Ukrainian Carpathians // Geological Quarterly. 2000. N 44 (4). P. 415–423.
10. *Jarmołowicz-Szulc K.* Charakterystyka wypełnien zyłowych w południowowschodniej częsci polskich Karpat (kalcyt, kwarc, bituminy) // Przegląd Geologiczny. 2001. N 9. P. 785–792.
11. *Karwowski L., Dorda J.* The mineral-forming enviroment of "Marmarosh diamonds" // Mineral. Pol. 1986. Vol. 17. N 1. P. 3–16.

SPECIAL FEATURES OF "MARMAROSH DIAMONDS" CRYSTALLOMORPHOLOGY, SLOVAK CARPATHIANS

I. Dudok[1], O. Vovk[1], S. Karoli[2]

[1]*Institute of Geology & Geochemistry of Combustible Minerals*
Naukova St. 3a, UA – 79053 Lviv, Ukraine
E-mail: igggk@ah.ipm.lviv.ua
[2]*Geological Survey of Slovak Republic*
Werferova St. 1, 04011 Koshice, Slovak Republic
E-mail: karoli@ccsun.tuke.sk

According to the results of goniometric investigations four habitus types of quartz crystals of "Marmarosh diamonds"-type were distinguished, namely: hexagonal-dypyramidal, pseudo-cubic, hexagonal-prismatic and trigonal-dypyramidal. When a fall in temperature of crystallisation medium is observed, crystal habitus changes from hexagonal-dypyramidal into trigonal-dypyramidal. A conclusion was made about the connection between crystallomorphological features of "Marmarosh diamonds" and composition of mineral-forming fluids.

Key words: "Marmarosh diamonds", habitus of crystal, Slovak Carpathians.

Стаття надійшла до редколегії 04.06.2002
Прийнята до друку 19.09.2002