

УДК 549:548.281(477)

ДВІЙНИКОВІ ЗРОСТКИ КРИСТАЛІВ САМОРОДНОЇ МІДІ З РУДОПРОЯВІВ УКРАЇНИ

І. Квасниця

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка
03022 м. Київ, вул. Васильківська, 90
E-mail: irenek@bigmir.net*

Вивчено двійникові зростки кристалів самородної міді з трьох рудопроявів України: з докембрійських ультрабазитів Побужжя на Українському щиті (рудопрояв Чемерпіль, зона окиснення), докембрійських ультрабазитів Бердичівського блока Українського щита (інтрузія Жданівка, зона окиснення) та вендських вулканогенно-осадових порід Волині. Двійникові утворення є простими і складними зростками за шпінелевим законом октаєдрів, кубооктаєдрів, кубів, ромбододекаєдрів і тетрагексаєдрів. Наявність двійників і п'ятірників серед багатогранників самородної міді у рудопроявах України свідчить про те, що середовище мінералоутворення було пересиченим.

Ключові слова: самородна мідь, двійникові зростки, п'ятірники, шпінелевий закон, октаєдр, куб, кубооктаєдр, ромбододекаєдр, тетрагексаєдр, Україна.

Важливим індикатором особливостей умов утворення мінералів є форма кристалів. У класі ідіоморфних виділень самородної міді з рудопроявів України серед порівняно нечисленних багатогранників виділяється низка цікавих з погляду формування утворень – закономірні зростки. Серед них можна виділити дві великі групи – паралельні та двійникові зростки; двійникові, відповідно, поділяють на прості та складні утворення за шпінелевим законом (двійники, трійники, четвірники, п'ятірники).

Як відомо, межа двійникування є найменш енергетичною порівняно з іншими вільними межами між індивідами кристалів. Наприклад, для самородної міді значення граничного натягу – 19 дин/см, на відміну від звичайної межі в зернистому агрегаті самородної міді – 550 дин/см [1, 4]. Для кристалів гексоктаєдричного класу симетрії кубічної сингонії (до якого належить і самородна мідь) двійникування найчастіше відбувається за шпінелевим законом – по площині (111). Однак відомості про двійникові зростки самородної міді, особливо про складні, дуже обмежені [2, 3, 5–8], а для кристалів самородної міді України двійникові утворення майже не досліджені.

Вивчена нами самородна мідь із зони окиснення рудопрояву Чемерпіль (докембрійські ультрабазити, Побужжя, Український щит) представлена двійниками і складнішими закономірними зростками – четвірниками і п'ятірниками октаєдрів за шпінелевим законом (рис. 1, 2). Простежуються такі головні різновиди двійникових зростків октаєдрів: складених із двох однакових чи різновеликих кристалів із вхідними кутами; складених із двох кристалів з зарослими вхідними кутами; трійники;

серед складних виділено: недосконало оформлені зірчасті п'ятірники (четвірки) октаедрів; зірчасті п'ятірники майже рівновеликих октаедрів із виразними вхідними кутами; досконалі зірчасті п'ятірники октаедрів із майже зарослими вхідними кутами.

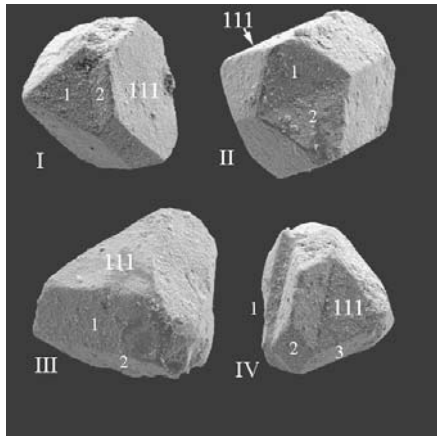


Рис. 1. Двійникові зростки октаедрів самородної міді за шпінелевим законом із зони окиснення рудопрояву Чемерпіль:

I – двійник різновеликих кристалів із вхідним кутом; *II* – двійник однакових кристалів із вхідним кутом; *III* – двійник із зарослим вхідним кутом; *IV* – трійник.

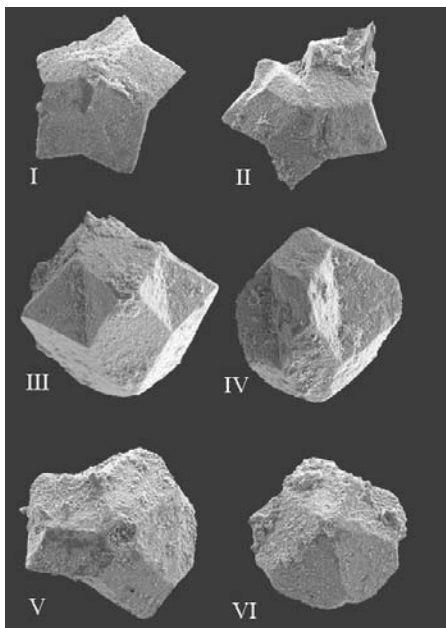


Рис. 2. Зірчасті п'ятірники октаедрів самородної міді за шпінелевим законом із зони окиснення рудопрояву Чемерпіль:

I-IV – добре розвинені із виразними вхідними кутами; *V* – з п'ятикутною западиною на місці виходу псевдоосі п'ятого порядку; *VI* – з майже зарослими вхідними кутами.

Закономірні зростки самородної міді із зони окиснення Жданівської інтрузії (докембрійські ультрабазити, Бердичівський блок Українського щита) є паралельними зростками та складними двійниками кубів (трійниками, четвірниками та п'ятірниками) (рис. 3). Паралельні зростки – це нарослі один на одному рівновеликі кристали кубів та кубооктаедрів. Трійники і четвірники кубів за шпінелевим зако-

ном є витягнутими псевдотригональними чи псевдотетрагональними призмами з вхідними кутами. П'ятірники кубів за шпінелевим законом представлені добре оформленими витягнутими кристалами псевдопентагональної форми з ледь помітними вхідними кутами та аналогічними утвореннями, але з зарослими вхідними кутами. Інколи на вершинах кубу притуплені мініатюрними гранями октаедра. Звичайно в центральній частині такого кристала, частіше ближче до вершини зростка, є порожнина (канал), виповнений дрібнозернистою речовиною. Трапляються як поодинокі п'ятірники, так і, частіше, незакономірні зростки кристалів (див. рис. 3). Досить часто складні двійники супроводжуються дендритними формами, що можуть бути навіть у зростках з п'ятірниками [2]. Виявлено також і досконало оформлені двійники кубооктаєдрів за шпінелевим законом.

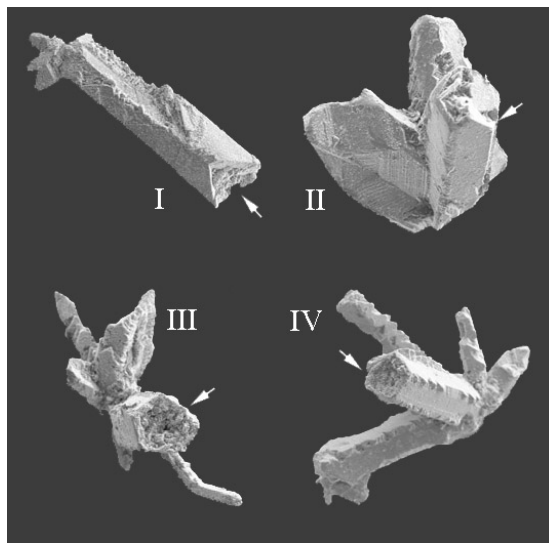


Рис. 3. Двійникові зростки кубів самородної міді за шпінелевим законом із зони окиснення рудопрояву Жданівка:

I – трійник із виразним вхідним кутом; *II* – п'ятірник із мало помітним вхідним кутом; *III* – п'ятірник із западиною на місці виходу псевдоосі п'ятого порядку; *IV* – п'ятірник із зазубреними ребрами.

Двійникові утворення кристалів волинської самородної міді (вендські вулканогенно-осадові породи, рудопрояви Рафалівка і Жиричі) є також як простими, так і складними зростками (рис. 4, 5). Серед двійників октаєдрів за шпінелевим законом виділяються такі різновиди: добре оформлені з чітко вираженими вхідними кутами; з частково зарослими вхідними кутами; досконалі з зарослими вхідними кутами; сплюснуті у вигляді тригональних пластинок із зарослими вхідними кутами. Порівняно часто спостерігаються також двійники кубів, ромбододекаєдрів і тетрагексаєдрів за шпінелевим законом.

Складні двійникові зростки волинської самородної міді є п'ятірниками кубооктаєдрів за шпінелевим законом і представлені такими різновидами: добре оформлені з невиразними вхідними кутами; добре оформлені з різновеликими кристалами

із зарослими вхідними кутами; нечітко оформлені з різновеликими кристалами із зарослими вхідними кутами. Частіше трапляються добре та досконало оформлені п'ятірники ромбододекадрів і тетрагексадрів за шпінелевим законом із зарослими вхідними кутами, які є як у паралельних зростках, так і поодинокі.

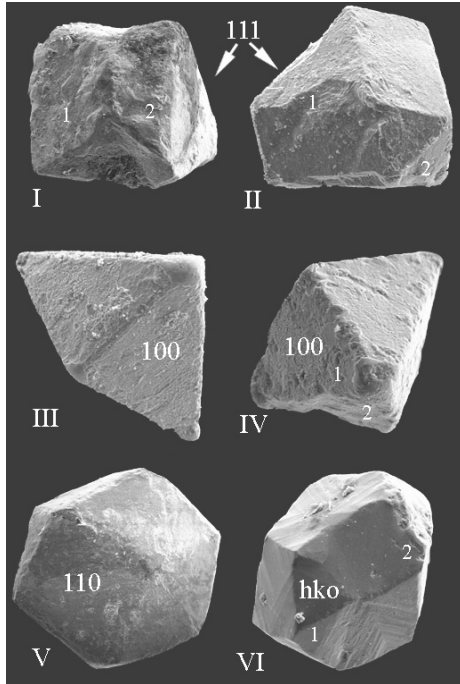


Рис. 4. Двійники кристалів самородної міді за шпінелевим законом із волинських рудопроявів Рафалівка і Жиричі:
 I – двійник октаедрів; II – двійник кубооктаедрів; III, IV – двійники кубів; V – двійник ромбододекадрів; VI – двійник тетрагексадрів.

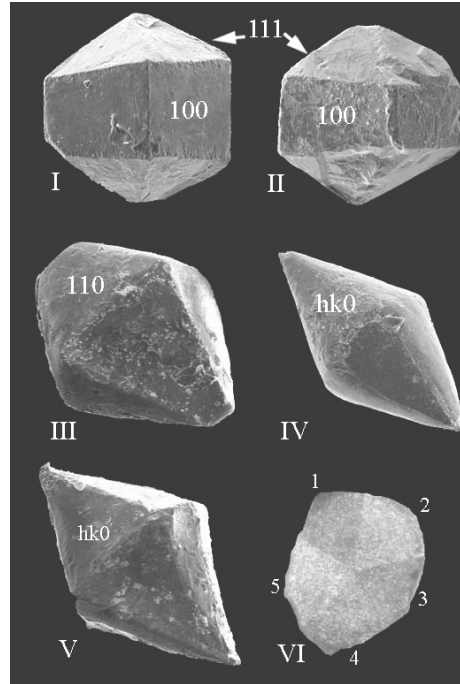


Рис. 5. П'ятірники кристалів самородної міді за шпінелевим законом із волинських рудопроявів Рафалівка і Жиричі:
 I, II – п'ятірники кубооктаедрів; III – п'ятірники ромбододекадрів; IV, V – п'ятірники тетрагексадрів; VI – зріз п'ятірника тетрагексадрів у площині, перпендикулярній до псевдоосі п'ятого порядку.

За даними гоніометричних досліджень тетрагексадр п'ятірників представлений простою формою, близькою до {650}. У разі розчинення пришліфованих зрізів п'ятірників у слабкому розчині азотної кислоти виразно виявляються їхні окремі індивіди у вигляді п'яти секторів, що виокремлює їхню двійникову будову, як, наприклад, це показано на рис. 5, VI для п'ятірника тетрагексадрів.

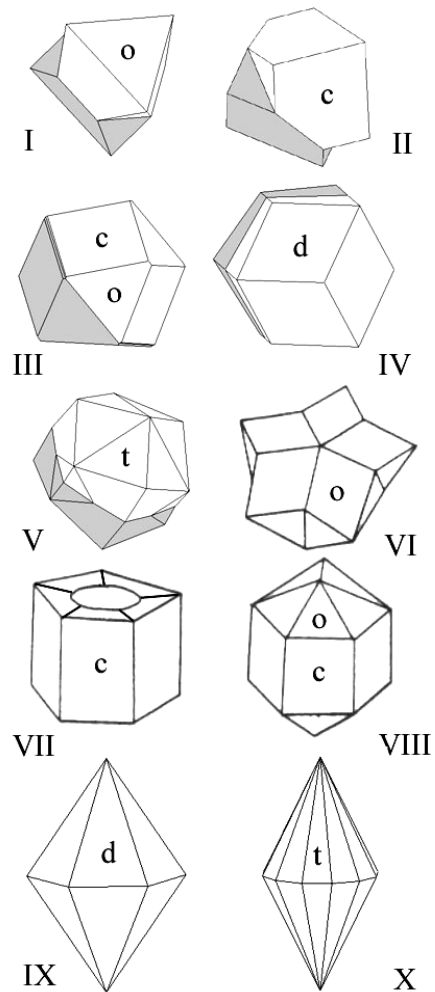
Треба також зазначити, що за ідеальних умов формування складних двійників кубічних кристалів за шпінелевим законом повинні б утворюватися шестірники (порівняно часто трапляються серед алмазних зростків октаедричних кристалів, особливо синтетичних), але серед вивчених зростків самородної міді України такі утворення ми не зафіксували. Можливо, місце росту шостого індивіда захоплюють

сусідні індивіди внаслідок порушення ідеального двійникування, чи наявний шостий індивід є надто малим і слабо вираженим та виявляється у вигляді мало помітного притуплення ребра.

Отже, у зазначених рудопроявах самородної міді України виявлено значне розмаїття її двійникових утворень, у тому числі, мабуть, раніше не відомих для цього мінералу в світі взагалі: двійники кубів, двійники ромбододекадрів, п'ятірники ромбододекадрів, п'ятірники тетрагексадрів та ін. Ідеалізовані представники більшості цих двійникових зростків показані на рис. 6.

Рис. 6. Ідеалізовані зображення двійникових зростків кристалів самородної міді за шпінелевим законом із рудопроявів України:

I – двійник октаедрів; *II* – двійник кубів; *III* – двійник кубооктаедрів; *IV* – двійник ромбододекадрів; *V* – двійник тетрагексадрів {650}; *VI* – п'ятірник октаедрів; *VII* – п'ятірник кубів; *VIII* – п'ятірник кубооктаедрів; *IX* – п'ятірник ромбододекадрів; *X* – п'ятірник тетрагексадрів {650} (*o* – октаедр; *c* – куб; *d* – ромбододекаедр; *t* – тетрагексаедр).



Загалом прості й складні двійникові зростки кристалів самородної міді є порівняно рідкісними утвореннями серед багатогранників волинської міді (не більше 1–2%), найчастіше вони трапляються в рудних горизонтах, багатих на самородномідну

мініралізацію, тобто вони є своєрідними показниками багатих руд.

У зонах окиснення рудопросяв Жданівка і Чемерпіль двійникові утворення самородної міді зафіксовані значно частіше, а в Чемерпіль домінують. У рудопросяві Жданівка вони асоціюють з різними дендритними утвореннями самородної міді.

Якщо поява на кристалах найбільше структурно важливих форм (октаедр, куб, ромбододекаедр) свідчить про оптимальні умови росту самородної міді, то наявність простих і складних двійникових зростків серед багатогранників самородної міді у вивчених рудопросявах України є ознакою того, що вже на ранніх стадіях їхнього формування середовище мінералоутворення було пересичене щодо концентрації міді.

1. Григорьев Д.П., Жабин А.Г. Онтогенія мінералів (індивіди). М., 1975.
2. Квасниця В.М. Псевдопентагональні форми деяких кубічних мінералів // Мінерал. журн. 2003. Т. 25. № 1. С. 36–42.
3. Квасниця В.М., Квасниця І.В., Косовський Я.О. та ін. Кристаломорфологія самородної міді із вулканітів Волині // Мінерал. журн. 2001. Т. 23. № 4. С. 109–115.
4. Мінералогическая энциклопедия / Под ред. К. Фрея. Пер. с англ. Л., 1985. С. 79–80.
5. Dana E.S. On the crystallization of native copper // Amer. Journ. Sci. 1886. Vol. 32. N 192. P. 413–429.
6. Goldschmidt V. Atlas der Krystallformen. 1918. Vol. 5. Tafel 32-37. P. 57–62.
7. Hofmeister H. Fivefold twinned nanoparticles // Encyclopaedia of Nanotechnology. Amer. Sci. Publ., 2002.
8. Jaszczak J.A. The many faces of copper crystals in the Lake Superior Copper District // Red Gold and Tarnished Silver: Mines and Minerals of the Lake Superior Copper District. Copper Country and Minerals Club, Houghton, MI, 1998. P. 21–23, 25–30.

**TWINS OF NATIVE COPPER CRYSTALS
FROM THE UKRAINIAN ORE OCCURRENCES****I. Kvasnytsya**

*Taras Shevchenko National University of Kyiv
Vasyl'kivs'ka St. 90, UA – 03022 Kyiv, Ukraine
E-mail: irenek@bigmir.net*

The twins of native copper crystals from three ore occurrences of the Ukraine (Precambrian ultrabasites of Buh region at the Ukrainian Shield occurrence Chemerpil', zone of oxidation; Precambrian ultrabasites of Berdychiv block of the Ukrainian Shield, occurrence Zhdanivka, zone of oxidation; the Vendian volcano-sedimentary rocks of Volyn' region) have been studied. The twins are intergrowths under spinel law of octahedrons, cubes, cubooctahedrons, rhombic dodecahedrons, tetrahexahedrons. The presence of twins among native copper polyhedrons from the occurrences of the Ukraine indicates that the environment of mineral's formation has been supersaturated.

Key words: native copper, twins, fivefold twins, spinel law, octahedron, cube, cubooctahedron, rhombic dodecahedron, tetrahexahedron, Ukraine.

Стаття надійшла до редколегії 24.09.2004
Прийнята до друку 15.11.2004