

УДК 549.281/.283 + 549.261

В.М. Квасниця¹, І.В. Квасниця²

¹ Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
ім. М.П. Семененка НАН України
03680, м. Київ-142, Україна, пр. Акад. Палладіна, 34
E-mail: vmkvas@hotmail.com

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка
03022, м. Київ, Україна, вул. Васильківська, 90
E-mail: ikvasnytsya@gmail.com

НАРИС З МІНЕРАЛОГІЧНОЇ КРИСТАЛОГРАФІЇ САМОРОДНИХ МЕТАЛІВ УКРАЇНИ

Узагальнені результати багаторічних досліджень кристаломорфології самородних золота, міді, срібла і заліза із родовищ та рудопроявів України. Наведено дані про прості форми кристалів, їх габітуси та обриси, про їх прості та складні двійники, автоепітаксію, скелетні та антискелетні утворення, про поширення багатогранників цих мінералів у рудних комплексах України. Проаналізована залежність появи граней тих чи інших форм на кристалах від структурних особливостей мінералів. Встановлена тенденція залежності кристаломорфології самородних золота і міді від глибини рудоутворення. Найбільш поширеними і габітусними на кристалах самородних золота, міді, срібла і заліза є структурно важливі форми, такі як {111}, {100} і {110}. Інші встановлені форми ({311}, {322}, {210}, {320}, {520}, {740}, {750} та ін.) на кристалах самородних золота і міді є другорядними і мало поширеними. Для кристалів самородних золота і міді властиві просте і циклічне двійникування по (111). Для самородної міді характерні циклічні двійники різних простих форм ({111}, {100}, {110}, {hk0}). Особливо поширені двійники і п'ятірники. У залежності від місця утворення для самородних золота і міді помітно ускладнення огранення під час росту кристалів золота на малій глибині і кристалів міді — на великій та появи дендритних форм під час їх росту із пересичених розчинів.

Передмова. Сплеск розвитку мінералогічної кристалографії в Україні тісно пов'язаний з іменем академіка Є.К. Лазаренка — від впровадження ним у 1951 р. в науку поняття "мінералогічна кристалографія" до конкретних досліджень кристаломорфології мінералів України. Якщо взяти до уваги тільки київський період наукової діяльності Є.К. Лазаренка (1969—1979), слід згадати, що за його керівництва у відділі регіональної та генетичної мінералогії Інституту геохімії і фізики мінералів НАН України (нині Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка) був створений гоніометричний кабінет й готувалися фахівці з кристалографічного напрямку мінералогічних досліджень. Вони ж інтенсивно досліджували кристали мінералів Донбасу, Криворіжжя і Приазов'я, результати чого

висвітлені в кількох колективних монографіях [14, 15, 17]. Також вивчали багатогранники мінералів з інших геологічних районів України (Закарпаття, Прикарпаття, Волинь, Крим). Особливо детально вивчено кристаломорфологію мінералів декількох мінеральних комплексів: камерних пегматитів Волині [13, 16], ртутних і поліметалічних руд Закарпаття [1], карбонатитів Приазов'я (чернігівський комплекс) [12].

Нижче наведені здобутки з вивчення мінералогічної кристалографії самородних металів України. Треба відзначити, що й перші інструментальні дослідження кристалів самородних металів України, зокрема самородного золота Закарпаття, були початі завдяки ініціативі Є.К. Лазаренка [7].

Вступ. У мінеральних комплексах України в самородному стані відомо багато металів [18, 19], але тільки золото, мідь, срібло і залізо

знайдені у формі багатогранників. Багатогранники самородних золота і міді були встановлені в різних за складом і віком породних комплексах (золото — неогенові вулканіти Закарпаття, кам'яновугільні породи Донбасу, докембрійські породи Українського щита (УЩ) [2, 3, 5, 6, 11]; мідь — вендські вулканіти Волині, гіпергенні утворення по докембрійських ультраосновних породах УЩ) [8—10], кристали самородних срібла і заліза — лише у вендських вулканітах Волині [4, 9].

Усі вказані вище мінерали кристалізуються у гексаоктаедричному класі кубічної сингонії. Отже, на їхніх багатогранниках можуть бути

розвинуті грані семи типів простих форм: октаедр, куб, ромбододекаедр, тригон- і тетрагон-триоктаедри, тетрагексаедри і гексаоктаедри. Однак у природі кристали золота, міді, срібла і заліза огранюються неповним, хоча водночас і близьким набором простих форм. Тому, з кристалографічної точки зору, важливо з'ясувати, які прості форми реалізуються на багатогранниках цих різних за хімічним складом мінералів. До того ж самородне залізо має іншу структуру, ніж самородні золото, срібло і мідь. Мінерали золота, міді, срібла і заліза утворюються в різних породах і рудах, що позначається на їхній кристаломорфоло-

Прості форми на багатогранниках самородних золота, міді, срібла і заліза
Simple forms on polyhedrons of native gold, copper, silver and iron

Мінерал, родовище, рудопрояв	Прості форми						
	111	100	110	hkk	hhl	hk0	hkl
<i>Самородне золото</i>							
<i>Закарпатський прогин:</i> Мужіївське родовище, кварц-баритові жили	+	+	+	311*	—	210*	—
<i>Український щит:</i> кварцові жили (з сульфідами Fe, Cu, As), рудопрояв Ахтове	+	+	+	—	—	—	—
рудопрояв Майське	+	—	—	—	—	—	—
рудопрояв Жовторіченський	+	+	+	—	—	—	—
рудопрояв Сурож	+	—	—	—	—	—	—
<i>Донецька складчаста область:</i> Нагольний кряж, кварц-карбонатні жили з сульфідами Pb, Zn, Fe, рудопрояв Бобріково	+	+	+	—	—	520*	—
<i>Самородна мідь</i>							
<i>Волино-Подільська плита:</i> кварц-карбонатні прожилки в базальтах, рудопрояви Жиричі і Рафалівка	+	+	+	311* 322*	hhl*	210* 320* 520* 740* 750* 940* 950* 980*	952*
<i>Український щит:</i> кора окиснення ультрабазитів, рудопрояв Жданівка	+	+	—	—	—	—	—
рудопрояв Чемерпіль	+	—	—	—	—	—	—
<i>Самородне срібло</i>							
<i>Волино-Подільська плита:</i> кварц-карбонатні прожилки в базальтах, рудопрояви Жиричі і Рафалівка	+	+	—	—	—	hk0*	—
<i>Самородне залізо</i>							
<i>Волино-Подільська плита:</i> кварц-карбонатні прожилки в базальтах, рудопрояв Рафалівка	—	+	—	—	—	—	—

Примітка. * — другорядні та рідкісні форми.

гії: простих формах, габітусі, обрисі, двійникованні тощо. Звідси виникає необхідність встановити можливі причини впливу умов утворення на появу тих чи інших форм на багатогранниках цих мінералів. Все разом дає змогу визначити типоморфні кристалографічні ознаки цих мінералів, що важливо для геологічної практики у ході прогнозу і пошуків руд.

Слід зазначити також, що вказані самородні метали можуть мати різну природу. Самородні золото і срібло найчастіше належать до гідротермальних утворень, тоді як самородні мідь і залізо можуть виникати у відновному середовищі внаслідок різних процесів мінералоутворення (магматичне і гідротермальне утворення, електрохімічний шлях, відновлення із сульфідів вуглецем, органічною речовиною).

Методи досліджень. Гоніометрія й електронна мікроскопія були основними методами проведених досліджень з мінералогічної кристалографії самородних металів України. Використано гоніометр ГД-1 та різні електронні мікроскопи: *JSM-6700F (JEOL)* і *PEM-100У*. В окремих випадках виникала необхідність проведення рентгенометричних досліджень за допомогою методу Лауе і розчинення орієнтованих зрізів двійників для підтвердження їх складної будови. Розміри досліджених кристалів самородних золота, срібла, міді і заліза не перевищують 0,5–1,0 мм.

Результати досліджень та обговорення. *Прості форми кристалів.* Найповніші дані щодо простих форм кристалів самородних золота, міді, срібла і заліза зібрано у "Атласі форм мінералів" В. Гольдшмідта [22], новіші відомості про кристаломорфологію золота — в монографії Н.В. Петровської [20]. Видно, що одні з них можуть мати габітусне значення, інші є другорядними. Також вони розрізняються за поширенням у рудах і частотою прояву на кристалах.

Простіша, однак щодо головних простих форм така ж, кристалографічна картина й для багатогранників цих самородних металів України. У таблиці наведено дані про встановлені прості форми на багатогранниках самородних золота, срібла, міді і заліза тільки із різних корінних рудопроявів України, оскільки знахідки багатогранників, наприклад, серед досить поширеного розсипного самородного золота, в Україні надзвичайно рідкісні.

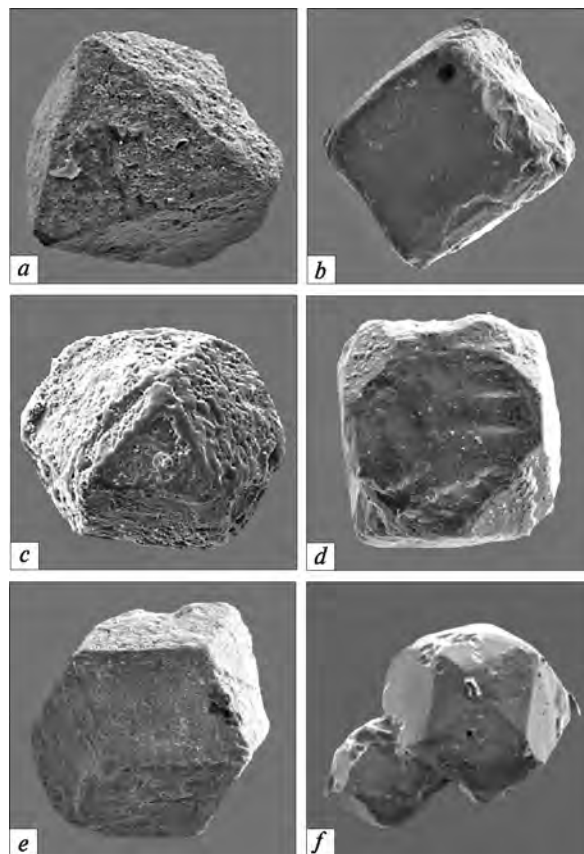


Рис. 1. Багатогранники самородної міді із вендських вулканітів Волині: *a* — октаедр, *b* — куб, *c, d* — октаедро-куби, *e* — ромбододакедр, *f* — зросток тетрагексаедрів $\{hk0\}$

Fig. 1. Polyhedrons of native copper from Vendian volcanites of Volyn': *a* — octahedron, *b* — cube, *c, d* — octahedron-cubes, *e* — rhombic dodecahedron, *f* — intergrowth of tetrahexahedrons $\{hk0\}$

Можна стверджувати, що октаедр і куб, рідше — ромбододакедр, є головними формами на кристалах самородного золота з більшості рудопроявів України, а октаедр, куб, ромбододакедр і тетрагексаедри $\{hk0\}$ — на кристалах самородної міді із волинських рудопроявів. Простішою є кристаломорфологія самородної міді із рудопроявів УЩ: октаедр і куб. Грані цих же простих форм розвинуті на кристалах самородних срібла і заліза із волинських рудопроявів.

Габітуси кристалів. Прості форми — октаедр, куб, ромбододакедр і тетрагексаедри $\{hk0\}$ та їх комбінації визначають габітуси кристалів самородних золота, міді, срібла і заліза. Найрізноманітніші габітуси кристалів властиві самородній міді із волинських рудопроявів (рис. 1): октаедричний, кубічний, ку-

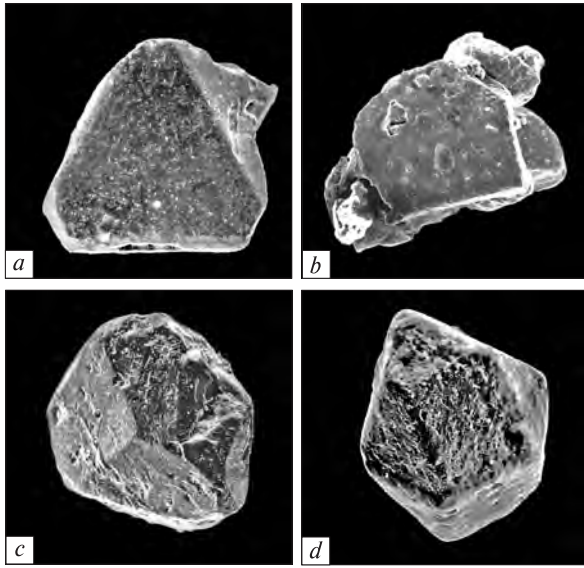


Рис. 2. Багатогранники самородного золота із Мужіївського родовища (неогенові вулканіти, Закарпаття): *a* — октаедр, *b* — зросток кубів, *c, d* — октаедро-куби
Fig. 2. Polyhedrons of native gold from Muzhieve deposit (Neogene volcanites of the Transcarpathians): *a* — octahedron, *b* — intergrowth of cubes, *c, d* — octahedron-cubes

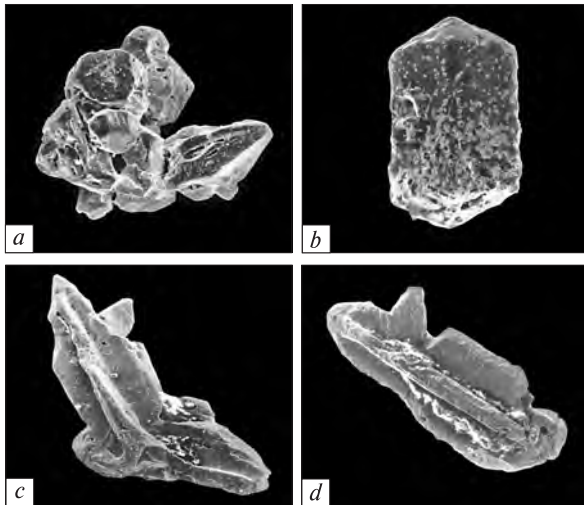


Рис. 3. Закономірні та незакономірні зростки багатогранників самородного золота із Мужіївського родовища: *a* — незакономірний зросток різних за морфологією кристалів, *b* — п'ятірник кубо-октаедрів по (111), *c, d* — "скелетні" четвірки кубо-октаедрів по (111)
Fig. 3. Regular and irregular intergrowths of native gold polyhedrons from Muzhieve deposit: *a* — intergrowth of crystals of different morphology, *b* — pentagon twin of cubo-octahedrons on (111), *c, d* — "skeletal" tetragon twin of cubo-octahedrons on (111)

бо-октаедричний, октаедро-кубічний, ромбододекаедричний, тетрагексаедричний і комбінаційний з різною участю в ограненні багатьох

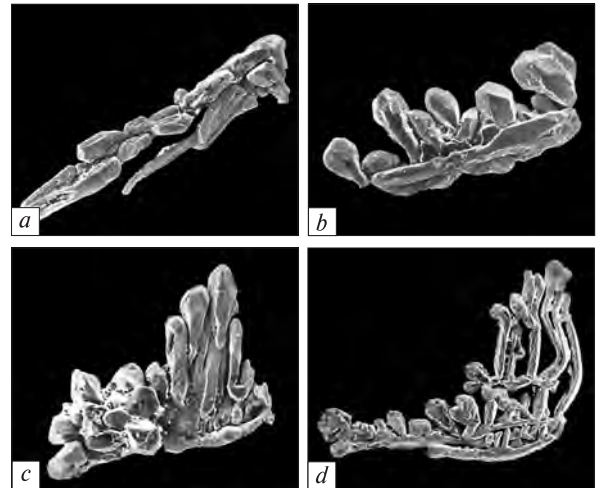


Рис. 4. Дендритні форми самородного золота із Мужіївського родовища: *a* — дендритоїд з елементами невиразного огранення субіндивидів, *b, c* — дендрити з елементами кубо-октаедричного огранення субіндивидів, *d* — гілкоподібний дендрит

Fig. 4. Dendritic forms of native gold from Muzhieve deposit: *a* — dendrites with elements of indistinct cut of individual crystals, *b, c* — dendrites with elements of cubo-octahedral cut of individual crystals, *d* — dendritic separation

форм. Октаедри і куби самородної міді поширені в рудопроявах УЩ. Найконтрастніші за габітусом кристали самородного золота із Мужіївського родовища Закарпаття (рис. 2—4) і рудопрояву Бобриково в Донбасі (рис. 5): серед перших домінують октаедри і кубо-октаедри, серед других — ромбододекаедри. У рудопроявах УЩ переважають дуже дрібні недосконалі октаедри самородного золота (рис. 6).

Октаедри і куби самородного срібла із волинських рудопроявів переважно недосконалі, часто спотворені (рис. 7). Надзвичайно дрібні кубо-октаедри срібла мають більш досконале огранення. Тільки недосконалі кубічні кристали встановлені серед ксеноморфних виділень самородного заліза із рудопрояву Рафалівка на Волині (рис. 7).

Обриси кристалів. Ізометрично розвинуті кристали цих мінералів у рудопроявах України трапляються рідко. Характерними спотвореннями для них є сплюснення по трійній осі для октаедрів самородних золота і міді з усіх рудопроявів та видовження по четвертій осі для кубів самородних срібла і заліза.

Двійники кристалів. Надзвичайно багата палітра простих і складних (циклічних) двійників серед кристалів самородних золота і міді. Якщо серед кристалів золота Мужіївського ро-

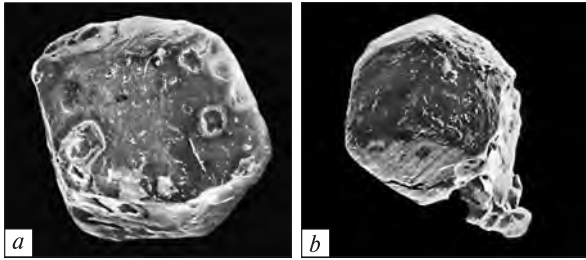


Рис. 5. Ромбододекаедри самородного золота із рудопрояву Бобриково (кам'яновугільні відклади Донецького басейну): *a* — кристал з автоепітаксичними наростами, *b* — кристал з ростовою "ніжкою"

Fig. 5. Rhombic dodecahedrons of native gold from Bobrykovo ore occurrence (Carboniferous sediments of the Donets Basin): *a* — crystal with autoepitaxy forms, *b* — crystal with growth "leg"

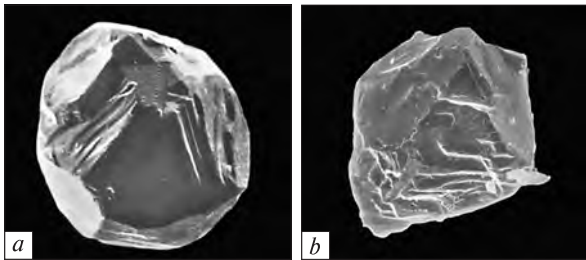


Рис. 6. Недосконалі октаедричні кристали самородного золота із докембрійських рудопроявів Українського щита: *a* — Жовторіченський (Криворіжжя), *b* — Сурож (Приазов'я)

Fig. 6. Imperfect octahedron crystals of native gold from Precambrian ore occurrences of the Ukrainian Shield: *a* — Zhovtorichensky (Kryvyi Rig Basin), *b* — Surozh (Azov geoblock)

довища поширені п'ятірники октаедро-кубів по (111), то серед кристалів міді з усіх рудопроявів часто фіксуються прості і циклічні двійники. Особливо різноманітні за формою двійники самородної міді із волинських рудопроявів: прості двійники октаедрів, кубів, октаедро-кубів, ромбододекаедрів і тетрагексаедрів по (111) (рис. 8) та п'ятірники октаедро-кубів, ромбододекаедрів і тетрагексаедрів по (111) (рис. 9). Серед самородної міді із рудопроявів УЩ поширені прості і циклічні двійники кубів і октаедрів по (111). Серед циклічних двійників трапляються трійники, четвірники і п'ятірники.

Скелети і антискелети кристалів. Такі утворення зафіксовані серед кристалів самородної міді. У волинських рудопроявах міді зустрічаються скелетні кристали, у рудопрояві Чемерпіль — антискелети міді. Рідкісні антискелети самородного золота зустрінуті на Мужіївському родовищі.

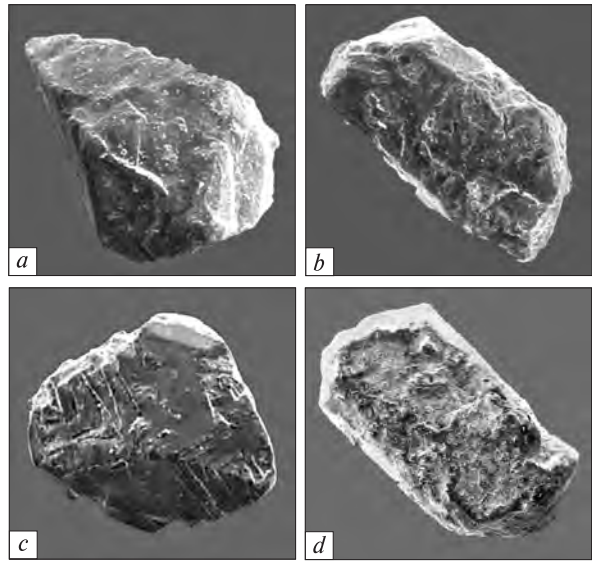


Рис. 7. Недосконалі багатогранники самородних срібла і заліза із вендських вулканітів Волині: *a* — спотворений октаедр срібла, *b* — спотворений куб срібла, *c* — двійник кристалів срібла комбінаційної форми, *d* — спотворений куб заліза

Fig. 7. Imperfect polyhedrons of native silver and native iron from Vendian volcanites of the Volyn': *a* — distorted octahedron of silver, *b* — distorted cube of silver, *c* — twin crystals of silver, *d* — distorted cube of iron

Автоепітаксія. Поширена на кристалах самородного золота із рудопрояву Бобриково і на кристалах самородної міді із волинських рудопроявів. Проте дуже рідко автоепітаксичні нарости мають багатогранну форму, частіше це пластинчасті ксеноморфні утворення. Тому їх закономірну орієнтацію щодо кристала-матриці встановити важко.

Способи і механізми росту кристалів. Відносний ідіоморфізм мікрметрових багатогранників самородних золота, міді, срібла і заліза дозволяє говорити про їх вільну кристалізацію в тріщинах і мікропорожнинах. На кристалах золота, міді і срібла часто проявлені шари росту, що свідчить про його тангенціальний механізм. Лише зрідка для самородної міді фіксується мікроблокова будова кристалів. Особливо виразно проявлений пошаровий ріст на кристалах самородної міді із волинських рудопроявів (рис. 10). На її кристалах простежується поява пасивних граней різних форм ($\{110\}$ і $\{hk0\}$), які не мають власних пірамід росту. Таке явище росту властиво кристалам багатьох мінералів різного походження. Ріст кристалів волинської міді проходить часто шляхом нашарування по (001). За швидкого росту граней $\{001\}$ вони вироджу-

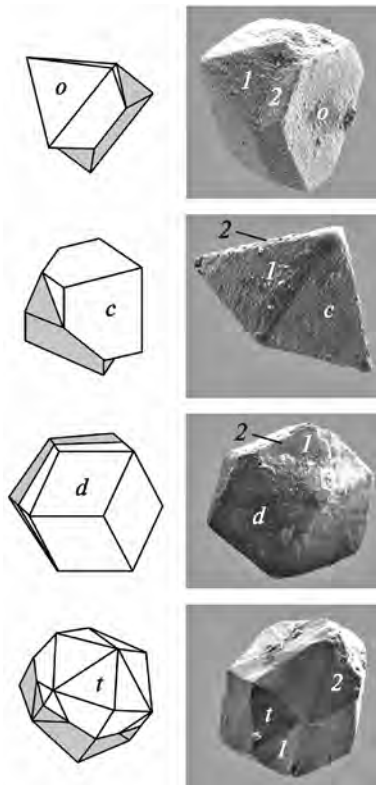


Рис. 8. Двійники кристалів самородної міді по (111) із вендських вулканітів Волині (зверху вниз, позначення форм: *o* — октаедр, *c* — куб, *d* — ромбододекаедр, *t* — тетрагексаедр): октаедрів, кубів, ромбододекаедрів і тетрагексаедрів. Зліва показані ідеалізовані зображення, справа — реальні кристали

Fig. 8. Simple twins of native copper crystals on (111) from Vendian volcanites of the Volyn' (top to bottom, marking forms: *o* — octahedron, *c* — cube, *d* — rhombic dodecahedron, *t* — tetrahexahedron {*hk0*): octahedrons, cubes, and rhombic dodecahedrons, tetrahexahedrons {*hk0*). On the left shown idealized image, on the right — real crystals

ються, утворюючи пасивні грані ромбододекаедра чи різних тетрагексаедрів. Таким чином виникають габітусні форми {110} і {*hk0*}. Можна говорити також, що частою формою зародження для кристалів волинської міді був саме куб. Далі відбулась еволюція куба в ромбододекаедр чи тетрагексаедри. Для кристалів самородних золота і срібла фіксуються нашірування по (111).

Форма кристалів та її залежність від структури й умов росту мінералів. Прості форми і габітус кристалів самородних золота, міді, срібла і заліза особливо наочно, порівняно з іншими мінералами, ілюструють їх залежність від структури і умов формування. Структура цих мінералів проста і утворена за принципом

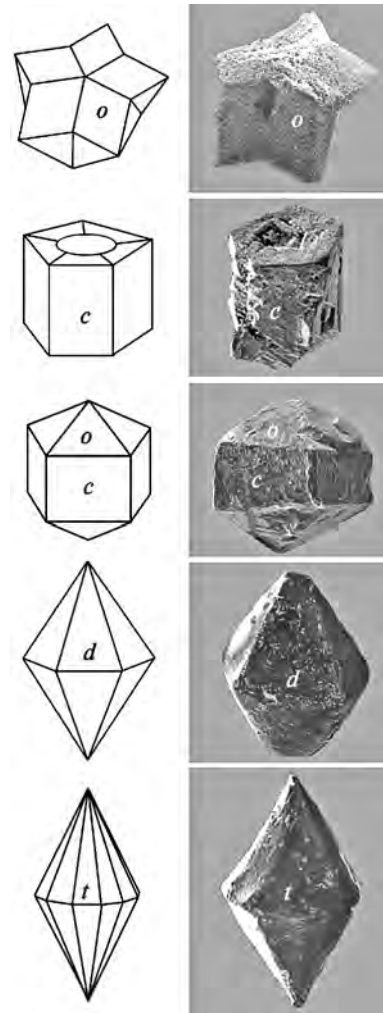


Рис. 9. П'ятірники самородної міді по (111) із вендських вулканітів Волині та кір вивітрювання докембрійських порід Українського щита (зверху вниз, позначення форм такі ж, як на рис. 8): октаедрів, кубів, октаедро-кубів, ромбододекаедрів і тетрагексаедрів. Зліва показані ідеалізовані зображення, справа — реальні кристали

Fig. 9. Cyclic twins (pentagons) of native copper on (111) from Vendian volcanites of the Volyn' and Precambrian rocks (weathering zones) of the Ukrainian Shield (top to bottom, marking forms are the same as in Fig. 8): octahedrons, cubes, octahedron-cubes, rhombic dodecahedrons and tetrahexahedrons {*hk0*). On the left shown idealized image, on the right — real crystals

ідеальної щільної кубічної упаковки атомів. Різниця між ними в типі ґратки: об'ємноцентрована для α -заліза і гранецентрована — для золота, міді і срібла. Тому теоретично легко обґрунтовується поява найважливіших простих форм {111}, {100} і {110} на кристалах цих мінералів, які б показники для розрахунку не брати (ретикулярна щільність різних сіток у

структурі, міжплощинні відстані, поділ на F -, S - і K -грані за методом Гартмана і Пердока, віднесення граней до рівно- і нерівноважних форм тощо). Залежно від вибору показника може мінятися тільки місце цих форм у трійці.

Рівноважні форми для кубічної гранецентрованої ґратки такі [21]: G_1 — (111) і (100), G_2 — (110), G_3 — (311), (210), (531); для кубічної об'ємноцентрованої: G_1 — (110), G_2 — (100), G_3 — (211), (111). Звідси теоретично отримані такі дані щодо найменшої швидкості росту граней: для кубічної гранецентрованої ґратки — {111}, для кубічної об'ємноцентрованої — {110}. Теоретично розраховані рівноважні форми для міді: G_1 — (111) і (100), G_2 — (110), інші грані — (211), (210), (311), (511), $(hk0)$; для золота: G_1 — (111) і (100), G_2 — (110), інші грані — (211), (210), (311), (321), (hkl) ; для срібла: G_1 — (111) і (100), G_2 — (110), інші грані — (221), (211), (861), $(hk0)$, (hkl) і для заліза: G_1 — (110), G_2 — (100), інші грані — $(hk0)$ [21]. За показником міжплощинних відстаней послідовність важливості основних простих форм для самородних золота, срібла, міді і заліза така: куб, ромбододекаedr, октаedr. Далі — різні тетрагексаедри і тригон-триоктаедри з малими значеннями індексів — {210}, {310}, {211}, {311} тощо. Однак ці форми є рідкісними на кристалах. Вони ж рідко мають габітусне значення, а найчастіше лише ускладнюють габітусні перші три основні форми [22]. Порядок важливості основних простих форм для самородних золота, срібла, міді і заліза за ретикулярною щільністю сіток



Рис. 10. Прояв пошарового росту по (100) на кристалі волинської самородної міді. Утворення ромбододекаедра міді за рахунок виродження куба

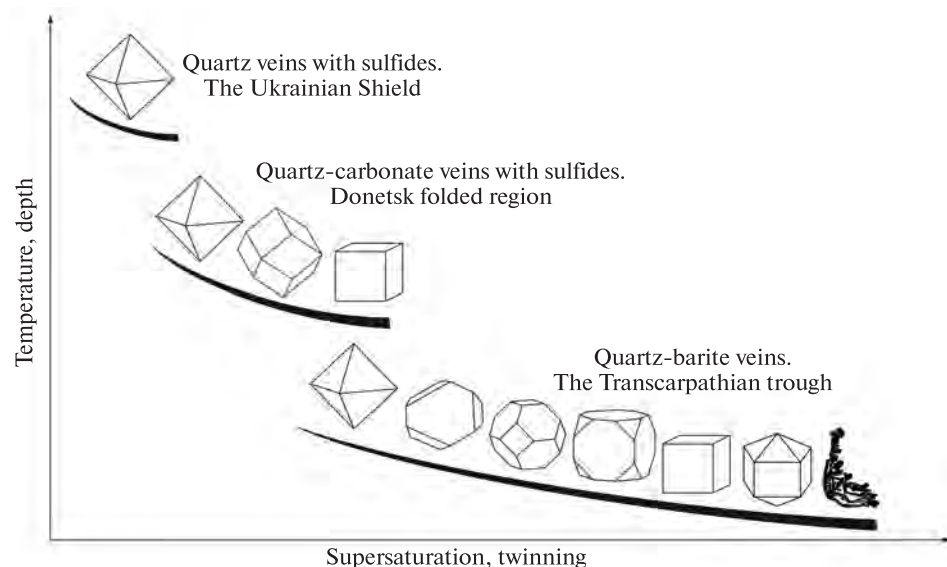
Fig. 10. Layer growth on (100) of native copper from Vendian volcanites of the Volyn'. Rhombic dodecahedron is grown by degenerate cube

буде дещо інший: для золота, срібла і міді — (111) рівноцінна (110), (100), а для заліза — (110), (100), (111).

Теоретичні розрахунки важливості форм цих мінералів підкріплені штучним отриманням багатогранників золота, міді, срібла і заліза із різних вихідних матеріалів і за різних умов кристалізації [21]. Ці синтезовані кристали за значного пересичення завжди мають невелике число граней, при цьому з'являються грані, що найбільш повільно ростуть. На штучних кристалах Au, Cu, Ag і Fe домінують саме ці форми: {111}, {100} і {110}, з деякими ускладненнями огранення в залежності від умов росту. Зафіксовано ріст шарами для міді по (111) і (110), для золота — по (111) і для срібла — по (111) і (100).

Рис. 11. Тенденція залежності кристаломорфології самородного золота із родовищ і рудопроявів України від глибини утворення руд

Fig. 11. The trend of crystal morphology of native gold from ore deposits and occurrences of the Ukraine depends on the depth of ore formation



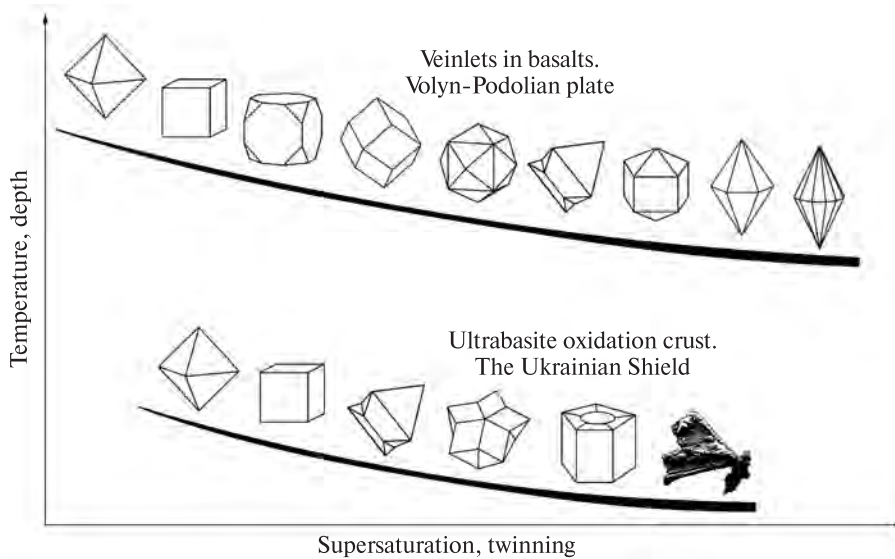


Рис. 12. Тенденція залежності кристаломорфології самородної міді із рудопроявів України від глибини утворення руд

Fig. 12. The trend crystal morphology of native copper from ore occurrences of the Ukraine depends on the depth of ore formation

З наведеного вище можна зробити висновок щодо вирішального значення особливостей структури самородних золота, срібла, міді і заліза в ограненні їх кристалів. Однак природа також вносить свої корективи, впливаючи на появу тих чи інших форм, що можна спостерігати на багатогранниках цих мінералів із українських рудопроявів. Для самородного золота спостерігається тенденція залежності форми кристалів від глибини рудоутворення (рис. 11). У малоглибинних рудах Мужіївського родовища (кварц-баритові) переважають кубо-октаедри та їх складні двійники і дендритні утворення, в середньоглибинних поліметалічних рудах Нагольного кряжу (рудопрояв Бобріково) багато ромбододекаедрів, тоді як у глибинних кварцових і сульфідних рудах УЩ трапляються рідкісні октаедри.

Не такою виразною, але все ж помітною є тенденція залежності форми кристалів самородної міді від місця утворення (прожилки в базальтах, зони окиснення ультрабазитів) і, відповідно, від особливостей середовища та температури кристалізації (рис. 12). Для самородної міді із зон окиснення рудопроявів УЩ характерні проста морфологія кристалів, їх прості та складні двійники і дендритні утворення. Водночас самородній міді із волинських рудопроявів властиве розмаїття форм кристалів та їх двійників.

Поки що неможливо пояснити деякі розбіжності між теорією і природою для морфології самородних металів. Отже, для обох ку-

бічних ґраток, в яких кристалізуються ці мінерали, їх габітус повинен бути визначений однією простою формою — гранями, які теоретично найповільніше ростуть: для кубічної гранецентрованої ґратки — $\{111\}$, а для кубічної об'ємноцентрованої — $\{110\}$. За іншим показником — міжплощинними відстанями — порядок появи граней основних форм мав би бути таким: $\{100\}$, $\{110\}$ і $\{111\}$.

Важливим чинником впливу на морфологію кристалів самородних золота і міді можуть бути домішки, які могли спричинити зміну швидкості росту певних граней. Так, домішки ртуті в самородному золоті із рудопрояву Бобріково могли сприяти утворенню його ромбододекаедрів. Еволюція форм кристалів волинської міді ($\{100\} \rightarrow \{hk0\} \rightarrow \{110\}$) може бути також спричинена домішками чи зміною рівня насичення розчинів. І для золота, і для міді двійники і дендрити, мабуть, є показником пересичення рудних розчинів.

Висновки. Згідно з належністю мінералів самородних золота, срібла, міді і заліза до кубічної сингонії, на їх багатогранниках можуть бути розвинені сім типів простих форм. Однак найчастіше на кристалах цих мінералів реалізовані грані простих форм, які є структурно важливими.

Всі ці мінерали також характеризуються близьким набором простих форм на кристалах, але знайдені в різних геологічних ситуаціях і це позначається на їх кристаломорфології (прості форми, габітуси, обриси, двійники). Тобто в залежності від умов утворення,

попри структурну залежність, вони набувають різних морфологічних ознак. Величина граней сильно залежить від родовища чи рудопрояву мінералу, а саме від геологічної обстановки та фізико-хімічних умов утворення мінералу (температура, тиск, хімічний склад середовища та його агрегатний стан). Встановлені тенденції залежності морфології самородних золота і міді від глибинності рудоутворення можуть бути використані для прогнозу та оцінки їх нових рудопроявів чи родовищ.

Способом завоювання вивченими мінералами простору була їх вільна кристалізація у відкритій тріщині, порожнині чи розчині. Ознак росту кристалів цих мінералів в іншому середовищі (розплаві тощо) чи у твердій породі (тобто їх метасоматичного росту), або росту за рахунок явищ перекристалізації не виявлено.

Онтогенія вивчених кристалів самородних золота, срібла, міді і заліза (механізм і спосіб безпосереднього зародження кристалів, явище росту індивідів та агрегатів, їх подальше існування та перетворення) потребує більш детальних тонких досліджень. Однак й наведені результати свідчать, що зародження кристалів самородних золота, срібла і міді відбувалось через структурно важливі форми та поширений ріст.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Зацixa Б.В., Квасниця В.Н., Галий С.А., Матковський О.И.* Типоморфізм мінералів поліметалічних і ртутних местороджень Закарпаття. — Київ : Наук. думка, 1984. — 167 с.
2. *Квасниця В.Н.* Сложные двойники многогранников самородного золота // Докл. АН УССР. Сер. Б. — 1978. — № 7. — С. 587—591.
3. *Квасниця В.М.* Морфогенетична класифікація самородного золота України // Мінерал. журн. — 1999. — 21, № 4. — С. 91—98.
4. *Квасниця В.М., Квасниця І.В., Косовський Я.О., Бондаренко І.М.* Самородне срібло з вендських вулканітів Волині // Там само. — 2004. — 26, № 4. — С.10—18.
5. *Квасниця В.Н., Кузнецов Ю.А.* Кристалломорфологія золота из Нагольного кряжа (Донбасс) // Вопросы региональной и генетической минералогии. — Київ : Наук. думка, 1977. — С. 63—67.
6. *Квасниця В.Н., Кузнецов Ю.А., Латыш И.К.* Кристалломорфология самородного золота из некоторых рудных районов Украины // Изв. АН СССР. Сер. геол. — 1978. — № 8. — С. 73—79.
7. *Квасниця В.Н., Маметов В.М., Лазаренко Э.А.* Кристалломорфология золота из Закарпаття (Береговский район) // Материалы Комиссии минералогии и геохимии КБГА. — Київ : Наук. думка, 1977. — № 3. — С. 71—78.
8. *Квасниця І.* Двійникові зростки кристалів самородної міді з рудопроявів України // Мінерал. зб. Львів. ун-ту. — 2004. — № 54, вип. 2. — С. 143—149.
9. *Квасниця І.В.* Кристалогенезис самородної міді України : Автореф. дис. ... канд. геол. наук. — К., 2006. — 21 с.
10. *Квасниця І.В., Павлишин В.І., Косовський Я.О.* Самородна мідь України. Геологічна позиція, мінералогія і кристалогенезис. — К. : Логос, 2009. — 170 с.
11. *Кравченко Г.Л., Квасниця В.Н., Бондаренко С.Н., Бондаренко И.Н.* Морфология и состав самородного золота Западного Приазовья // Мінерал. журн. — 1995. — 17, № 6. — С. 25—39.
12. *Крочук В.М.* Кристалломорфология и генетические особенности мінералов карбонатитов Приазовья : Автореф. дис. ... канд. геол.-мінерал. наук / АН УССР. Ін-т геохимии и физики мінералов. — Київ, 1982. — 16 с.
13. *Кушечев В.В.* Морфология и генезис кристаллов кварца из полостей свободного роста камерных пегматитов Волини : Автореф. дис. ... канд. геол.-мінерал. наук / АН УССР. Ін-т геохимии и физики мінералов. — Київ, 1974. — 26 с.
14. *Лазаренко Е.К., Гершойг Ю.Г., Бучинская Н.И. и др.* Минералогия Криворожского бассейна. — Київ : Наук. думка, 1977. — 542 с.
15. *Лазаренко Е.К., Лавриненко Л.Ф., Бучинская Н.И. и др.* Минералогия Приазовья. — Київ : Наук. думка, 1981. — 432 с.
16. *Лазаренко Е.К., Павлишин В.И., Латыш В.Т., Сорочкин Ю.Г.* Минералогия и генезис камерных пегматитов Волини. — Львов : Вища шк., 1973. — 360 с.
17. *Лазаренко Е.К., Панов Б.С., Павлишин В.И.* Минералогия Донецкого бассейна. — Київ : Наук. думка, 1975. — Ч. 2. — 502 с.
18. *Матковський О., Павлишин В., Сливко Є.* Основи мінералогії України. — Львів : Вид-во Львів. нац. ун-ту, 2009. — 856 с.
19. *Мінерали України* : Крат. справ. / Гл. ред. Н.П. Щербак. — Київ : Наук. думка, 1990. — 408 с.
20. *Петровская Н.В.* Самородное золото. — М. : Наука, 1973. — 347 с.
21. *Хонигман Б.* Рост и форма кристаллов. — М. : Изд-во иностр. лит., 1961. — 210 с.
22. *Goldschmidt V.* Atlas der Krystallformen : Eisen, band 3, 1916, tafel 82, text 85; Gold, band 4, 1918, tafel 46—54, text 75—80; Kupfer, band 5, 1918, tafel 32—37, text 57—62; Silber, band 8, 1922, tafel 25—29, text 38—41.

Надійшла 02.08.2012

*В.Н. Квасниця, І.В. Квасниця*ОЧЕРК ПО МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЙ
КРИСТАЛЛОГРАФИИ САМОРОДНЫХ
МЕТАЛЛОВ УКРАИНЫ

Обобщены результаты многолетних исследований кристалломорфологии самородных золота, меди, серебра и железа из месторождений и рудопроявлений Украины. Приведены данные о простых формах кристаллов, их габитусах и обликах, их простых и сложных двойниках, автоэпитаксии, скелетных и антискелетных образованиях, о распространении многогранников этих минералов в рудных комплексах Украины. Проанализирована зависимость появления граней тех или иных форм на кристаллах от структурных особенностей минералов. Установлена тенденция зависимости кристалломорфологии самородных золота и меди от глубины рудообразования. Наиболее распространенные и габитусные на кристаллах самородных золота, меди, серебра и железа структурно важные формы, такие как $\{111\}$, $\{100\}$ и $\{110\}$. Прочие установленные формы ($\{311\}$, $\{322\}$, $\{210\}$, $\{320\}$, $\{520\}$, $\{740\}$, $\{750\}$ и др.) на кристаллах самородных золота и меди — второстепенные и распространены мало. Кристаллам самородных золота и меди свойственно простое и циклическое двойникование по (111). Для самородной меди характерны циклические двойники различных простых форм ($\{111\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{hk0\}$). Особенно распространены двойники и пятерники. Для самородных золота и меди заметно изменение огранки кристаллов в зависимости от глубины образования и пересыщения растворов. При росте кристаллов золота на большей глубине упрощается их огранка, а кристаллов меди — усложняется. Кристаллизация этих минералов из пересыщенных растворов приводит к появлению их дендритных форм.

*V.M. Kvasnytsya, I.V. Kvasnytsya*SYNOPSIS OF MINERALOGICAL
CRYSTALLOGRAPHY OF THE NATIVE
METALS OF UKRAINE

Results of crystallography research of native gold, copper, silver and iron from ore occurrences and deposits of the Ukraine have been summarized. The data on simple forms of crystals, their habit and shape, their simple and complex twins, autoepitaxy, skeleton and antiskeleton forms and the polyhedron distribution of these minerals in the ore complex of Ukraine are discussed. The dependence of the appearance of various simple forms from the structural features of minerals is examined. The tendency of dependency of native gold and copper crystallography on the depths of ore formation is established. The most common and habit forms on polyhedrons of native gold, copper, silver and iron are important structural forms, such as $\{111\}$, $\{100\}$ and $\{110\}$. Other established forms ($\{311\}$, $\{322\}$, $\{210\}$, $\{320\}$, $\{520\}$, $\{740\}$, $\{750\}$ and others) on native crystals of gold and copper are secondary and rare developments. The crystals of native gold and copper tend to simple and cyclic twinning on (111). The cyclic twins of different simple forms ($\{111\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{hk0\}$) are typical of native copper. Twins of two and five crystals are especially common. For native gold and copper there is a tendency to the change in the crystal cut depending on the depth of formation and supersaturation of solutions. With the growth of gold crystals at greater depths their cut is simplified, and crystallization of native gold and native copper from the supersaturated solutions leads to the appearance of their dendritic forms.