

МІНЕРАЛОГІЯ, ГЕОХІМІЯ ТА ПЕТРОГРАФІЯ

УДК 549/548.283 (477)

В. Квасниця, д-р геол.-мінералог. наук, проф., зав. відділу,
E-mail: vmkvas@hotmail.com

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
ім. М.П. Семененка НАН України,

пр. Акад. Палладіна, 34, м. Київ, 03680, Україна
І. Квасниця, канд. геол. наук, доц.,

E-mail: ikvasnytsya@gmail.com

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна

САМОРОДНЕ ЗОЛОТО УКРАЇНИ: ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ ЙОГО КРИСТАЛОГЕНЕТИЧНОГО ВИЗНАЧНИКА

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, доц. С.Є. Шнюковим)

Стисло викладено основні розробки з типоморфізму самородного золота із різноглибинних і різновікових родовищ і запропоновано основи для створення кристалогенетичного визначника самородного золота України. Зібрано й опрацьовано значний геологічний матеріал з більшості відомих проявів золотої мінералізації України і завершено певний етап вивчення кристаломорфології та хімічного складу видимого самородного золота. Охарактеризовано кристали самородного золота із проявів і родовищ на Українському щиті, Донбасі, в Українських Карпатах і Закарпатті. Використано методи дослідження самородного золота: гоніометрія, растрова електронна мікроскопія і мікрозондовий аналіз. Визначено типоморфні ознаки самородного золота з основних родовищ і рудопоясів України, які можна використовувати в практиці прогнозних, геолого-пошукових і розвідувальних робіт на золото. Самородне золото Українського щита віднесено до глибинного зруденіння: Українських Карпат і Донбасу – до середньоглибинного зруденіння і Закарпаття – до малоглибинного зруденіння. Показано, що в Україні, як і в інших золоторудних районах світу, при переході від давнього глибинного і середньоглибинного зруденіння до більш молодого близькоповерхневого зруденіння зростає кількість добре утворених кристалів самородного золота і стає більш складною їхня морфологія, індивіди ізометричного обрису змінюються спотвореними кристалами, зростає роль дендритів і складних двійників, стає нижчою проба золота і зростає його неоднорідність, змінюється склад і концентрація елементів-домішок. Найбільш різноманітною є кристаломорфологія малоглибинного низькопробного самородного золота Закарпаття (Мужіївське родовище, кварц-баритові руди). Унікальними утвореннями тут є п'ятірники кубооктаєдрів самородного золота. Специфікою середньоглибинного і середньопробного самородного золота з деяких рудопоясів Донбасу є ромбододекаедричне огранення його кристалів. Одноманітною є кристаломорфологія високопробного глибинного самородного золота з родовищ і рудопоясів Українського щита. Узагальнено дані досліджень самородного золота з відомих родовищ і рудопоясів України і на цій основі зроблено систематичну класифікацію золоторудних проявів України. Запропоновано макет кристалогенетичного визначника самородного золота України, в якому акцентовано такі основні розділи: 1) мінеральні асоціації самородного золота; 2) хімічно-структурні та інші особливості кристалів золота; 3) морфологія кристалів золота; 4) анатомія кристалів золота; 5) спосіб і механізм росту кристалів золота; 6) типоморфні ознаки кристалів золота; 7) генезис золота. Як приклад наведено кристалогенетичний визначник самородного золота з протерозойських конгломератів Білокоровицької структури на Волинському мегаблоці. Окреслено мінералогічні критерії золотого зруденіння та зроблено деякі загальні висновки щодо генезису, прогнозу і пошуків золотих родовищ в Україні.

Ключові слова: самородне золото, морфологія, хімічний склад, елементи-домішки, внутрішня будова, асоціації, типоморфізм, генезис, критерії.

Вступ. З історичного погляду, у виникненні та розв'язанні проблеми зв'язку кристаломорфологія мінералу – його структура – мінералоутворювальне середовище, що є предметом мінералогічної кристалографії, можна виділити декілька періодів. Починаючи від Н. Стенона та Р. Гаюї й до великих узагальнень з кристалографії мінералів у працях відомих дослідників М.І. Кокшарова, П.В. Єремєєва, А. Шрауфа і В. Гольдшмідта, при вивченні цієї проблеми переважав геометричний підхід. З появою "Царства кристалів" Є.С. Федорова і таблиць Т. Баркера були створені кристаломорфологічні визначники мінералів, які переважно базувалися на теорії внутрішньої ґратчастої будови кристалів. Динамічні видозміни природних кристалів, вплив на кристалізацію мінералу навколишнього середовища тоді не сприймалися як можливі головні питання при розв'язанні цієї проблеми. У той час більшість основних робіт в галузі мінералогічної кристалографії ставили своєю метою якнайкраще спростити процес визначення речовини кристала. Проте вже в кінці 20–30-х рр. минулого сторіччя в працях багатьох кристалографів і мінералогів простежується генетичний підхід у зазначеній вище проблемі. Так, на відміну від "Царства кристалів" Є.С. Федорова і таблиць Т. Баркера у "Визначнику кристалів" А.К. Болдирева, у працях Г. Кальба і О.В. Шубникова зроблена спроба врахувати різноманітність форм і габітусів мінералів, не зводячи їх до єдиного ідеалізованого еталона.

У зв'язку з поширенням рентгеноструктурних досліджень, розвитком теорії росту кристалів, інтенсивними роботами із синтезу різних речовин і широким вивченням кристаломорфології мінералів з різних типів родовищ у мінералогічній кристалографії 30–60 рр. минулого сторіччя переважає структурно-генетичний підхід. Це видно з робіт М.В. Белова, І.І. Шафрановського, І. Костова, І. Сунагани, В. Клебера та ін.

Відносно недавній період досліджень у мінералогічній кристалографії можна назвати структурно-генетично-прикладним. Про посилення прикладного напрямку кристаломорфології свідчать роботи І.І. Шафрановського, Д.П. Григор'єва, А.Г. Жабіна, Н.З. Євзикової, М.П. Юшкіна, В.А. Попова, Ч.Д. Джафарова, Р.М. Алієва та ін. Тепер завдяки нагромадженню знань з кристаломорфології багатьох мінералів, необхідним є ще один крок у розвитку мінералогічної кристалографії – у створенні кристалогенетичних визначників мінералів. Основна мета такого визначника – відтворення за кристаломорфологічними даними параметрів мінералоутворювального середовища, тобто форма мінералу має бути використана не тільки як індикатор речовини кристала, а й умов росту і середовища, в якому він виріс. Визначник повинен базуватися на динамічній зміні реальних форм кристалів залежно від різноманітності мінералоутворювальних середовищ. Тому в основу визначника має бути покладений облік різноманітних форм одного й того ж мінералу з усіма відхиленнями від ідеалізованих моделей

з різних конкретних типів родовищ і рудопроявів і розподіл реальних кристалічних форм мінералу в межах певного геологічного тіла. У підсумку визначник повинен мати безпосередній вихід у практику прогнозних, пошукових і геологорозвідувальних робіт, технологію переробки руд і самої мінеральної речовини, у синтез різних речовин, а також служити вдосконаленню теорії росту кристалів.

Наша робота є спробою на шляху створення кристалогенетичного визначника самородного золота України. Досвід вивчення мінералогії самородного золота з відомих родовищ світу показує, що за типоморфними ознаками золота та його мінеральних асоціацій (мінералів-супутників) можна визначати формаційну належність родовищ, місце та умови утворення мінералу в зоні мінералізації, багаті рудні тіла, рівень ерозійного зрізу тощо, тобто визначати генезис мінералу і перспективність його рудопроявів. Особливо важливими в цьому плані є вивчення зовнішньої форми утворень самородного золота, його кристаломорфології й конституції – хімічного складу (пробності), елементів-домішок, неоднорідності структури зерен, які всі разом є певними показниками умов рудоутворення.

Нашими дослідженнями протягом багатьох років було охоплено самородне золото майже з усіх давно відомих і відносно недавно відкритих рудопроявів у межах Закарпатського прогину, складчастих структур Українських Карпат і Донбасу та Українського щита. Основна увага була звернута на морфологію і конституцію самородного золота із цих рудопроявів як найбільш важливих ознак мінералу. Частково ми вивчали і морфологію головних мінералів-супутників золота – піриту і арсенопіриту. Усі отримані результати базуються на кристаломорфологічних дослідженнях декількох тисяч золотин з допомогою методів гоніометрії, растрової й трансмісійної електронної мікроскопії та визначення хімічного складу золота (більше 250 рентгеноспектральних аналізів). Мета роботи – запропонувати основи створення кристалогенетичного визначника самородного золота України на підставі типоморфних ознак самородного золота з різного типу руд, що важливо для визначення його генезису й оцінки перспективності рудопроявів.

Типоморфізм самородного золота з різноглибинних родовищ. Як відомо, самородне золото відкладається з гідротермальних розчинів на різних глибинних рівнях залежно від складу розчинів і середовища мінералоутворення. І хоч залежність форми утворень самородного золота, його внутрішньої будови і складу від умов мінералоутворення проявлена далеко не повністю, усе ж певні ознаки цієї залежності виявлені досить виразно (*Петровская, 1973; Николаева, 1978; Новгородова, 1983; Петровская, 1993*) і можуть бути використані при з'ясуванні генезису ендегенних рудних родовищ і відповідно при прогнозі та пошуку золотого зруденіння. Такі дані також будуть корисні при вивченні золота з розсіпів і при виборі технологій збагачення руд. До них ми відносимо:

1. **Ознаки формаційної належності рудних утворень.** У малосульфідних рудах глибинних родовищ переважає золото пізньої генерації разом із сульфідами міді, свинцю, цинку. Властиві мінливі розміри зерен золота, але часті великі утворення і самородки. Форма зерен золота переважно тріщинна (ксеноморфна), зрідка зустрічаються дрібні багатогранники, дуже прості за формою (табл. 1). Структура агрегатів золота грубозерниста, мозаїчність і зональність зерен проявлені дуже рідко. Проба золота – 900–950 і вище, іноді 800–850. Крім звичайних домішок Fe, Cu, Pb, Zn, у золоті можуть бути Pt, Ni, Ti, Cr, Co, As. Раннє золото дрібне, тонкодисперсне, пов'язане з піритом і арсенопіритом. Золото із

середньоглибинних родовищ за формою від тріщинних до друзових утворень, зустрічаються геміідоморфні кристали, багатогранники, іноді дендритоїди. Проба золота 800–880 із суттєвими відхиленнями, зростає роль домішок Bi, Sn, іноді Hg, Ti. Перша генерація золота асоціює із піритом і арсенопіритом, друга – із сульфідами міді, свинцю, цинку, вісмуту і сурми. Краще проявлені зональність і мозаїчність золотин, а також двійниковання. Для золота із родовищ малих глибин властиві багатогранники, їхні спотворені форми і двійники, дендритні утворення. Добре проявлені мозаїчність і зональність зерен золота, агрегати дрібнозернисті. Проба золота – менше 700, характерні домішки Te, Se, Mn, Hg, Sb.

2. **Індикатори регіональних геохімічних особливостей золотої мінералізації.** Ними можуть бути відносно великі концентрації елементів-домішок у золоті, поширення яких визначає металогенічний фон рудної провінції. Деякі елементи є постійними домішками в золоті, і їхня регіональна змінюваність проявлена лише в їхній концентрації (Ag, Cu, Pb, Zn, Fe), інші елементи зафіксовані в золоті з окремих регіонів чи районів. Зазвичай такі елементи утворюють свої власні геохімічні поля і разом із тим спостерігаються в золотих рудах і в самому золоті (Sn, W, Mo, Ni, Pt, Hg, Bi та ін.). Їхні високі концентрації можуть розглядатися як показники просторового збігу чи близького розташування полів різнотипового зруденіння, що може бути передумовою позитивного прогнозу на золоте зруденіння в регіоні;

3. **Ознаки стадійності рудного процесу.** Тут зазвичай потрібно зіставляти особливості золота і золотоносних мінеральних парагенезисів. Потрібно врахувати таке: а) відносно рівномірний розподіл ультрадрібних кристалів золота в піриті й арсенопіриті властивий для ранньої сульфідної асоціації; б) присутність більш великих утворень золота (різнозернистих) поряд з його дрібними зернами вздовж тріщин свідчить про діяльність другої рудної стадії, з якою пов'язана пізня золотоносна асоціація. Для пізніх генерацій золота характерні домішки Pb, Zn, Bi, Se, Te, які нагромаджуються в кінцевих стадіях рудоутворення. Раннє золото, як правило, більш чисте від домішок;

4. **Показник умов мінералоутворення:** а) форма утворень – тріщинні, інтерстиційні форми, а також прожилки, грудки, скелетні цементациїні різновиди вказують на інтрамінералізаційні деформації під час відкладання золота і також на характер цих деформацій в рудних тілах (однонаправлені тріщини, перехрещення тріщин, ділянки локального подрібнення, зони пластичної деформації, грануляція руд); тобто все це є факторами локалізації золота в рудах і відповідно обґрунтуванням можливої перспективності руд; б) ідіоморфізм утворень золота – його ознаки конвергентні, проте кристалізація золота в порожнинах, гелях і суспензіях виразно виділяється; в) геміідоморфізм утворень золота часто свідчить про лужний характер золотоносних розчинів;

5. **Ознака інтарудних перетворень і післярудного метаморфізму.** При утворенні багатих на золото зон чи рудних стовпів суттєва роль належить перевідкладанню золота. Ознаки перегрупування золота є важливими критеріями оцінки рудних тіл. До них належать: а) утворення тісних золото-кварцових зростків (прожилків, гнізд, лінз і овоїдів), склад яких залежить від складу оточення; б) структури перекристалізації золота із розростанням центральних зерен за рахунок крайових; в) реліктові структури в золоті; г) виникнення зональності в золоті, не пов'язаної з кристалографічними напрямками; д) автоепітаксичні нарости; е) специфічні структури периферійних облямівок, згини двійників, поява площин ковзання. Золотини, які зазнали метаморфізму, часто мають аномалії складу. Вони ж звільняються від домішок, у тому

числі й від срібла. Також характерно збільшення розмірів зерен золота, перетворення дрібних зерен у більш великі утворення золота;

6. **Ознаки вертикальної зональності зруденіння.** До них належать: а) кількість великих золотин і самородків указує на верхні частини багатих на золото тіл, тобто це є основою сприятливої оцінки, у тому числі й глибоких

горизонтів рудних полів, де можливе відкриття промислових, хоча й бідніших руд; б) переважання в рудах тонкодисперсного золота є показником відносно глибокої ерозії родовища за наявності даних про великі золотини з верхів родовища чи з найближчих розсипищ; в) закономірне підвищення з глибиною проби ендегенного золота.

Таблиця 1

Особливості самородного золота залежно від глибини утворення руд

Глибини утворення руд	Морфологія утворень золота	Кристаломорфологія золота	Внутрішня будова зерен золота	Хімічний склад золота	
				Проба	Характерні елементи-домішки*
Великі глибини (3–6 км і більше)	Переважно ксеноморфні утворення, багатогранники рідкісні	Переважно недосконалі октаедри	Однорідна	Висока	Pt, Ni, Ti, Cr, Co, As
Середні глибини (1,5–2,5 км)	Ксено- і геміідоморфні утворення, іноді багатогранники	Досконалі й недосконалі октаедри, ромбододекаедри та ін.	Відносно однорідна	Середня, висока	Bi, Sn, іноді Hg, Ti
Малі глибини (приповерхневі, до 1 км)	Різноманітна: ксено- і геміідоморфні утворення, дендрити і дендритоїди, багатогранники	Багатогранники досконалі; властиве багатство простих форм; часті спотворені індивіди і двійники	Досить неоднорідна	Низька	Te, Se, Mn, Hg, Sb

*Домішки "наскрізні" – Ag, Cu, Pb, Zn, Fe; домішки "регіональні" у зв'язку з металогенічною спеціалізацією – Sn, W, Mo, Ni, Hg, Bi, Pt та інші платиноїди.

Морфологія і конституція самородного золота України. Головні золотоносні області світу тісно пов'язані з елементами глобальної тектоніки – рифтогенними структурами в зонах активних окраїн платформ і у внутрішньоплатформних супракрустальних поясах. Н.В. Петровська (Петровская, 1973; Петровская, 1993) виділила декілька трансконтинентальних зон, золота мінералізація яких розвивалася в різний геологічний час і в межах різних діапазонів глибин.

Територія України розташована в межах двох трансконтинентальних зон, перспективних на золоте зруденіння. Більша її частина (Український щит) належить до Північної мегазони, золоторудні родовища якої формувалися в докембрії й ранньому палеозої (на флангах зони – до мезозою), переважно на великих, зрідка на середніх глибинах. Закарпатський прогин входить до Середньої мегазони, розвиток золотої мінералізації в якій відбувся переважно в кайнозої на малих глибинах. У районах зближення Північної та Середньої мегазон утворювалися як глибинні, так і малоглибинні золоті руди. В Україні з деякою мірою умовності сюди можна віднести Складчасті Карпати і Донбас.

Серед перелічених регіонів України найбільш перспективні на золото Український щит і Закарпатський прогин. Український щит складається із сильно метаморфізованих порід архей-протерозойського віку. З їхніх аналогів на інших континентах добувають значну кількість золота. Закарпатський прогин є фрагментом Карпатського вулканічного поясу, до якого входять золоторудні родовища Румунії, Угорщини і Словаччини. Не менш важливими на золото також можуть бути складчасті структури Карпат і Донбасу.

Усі відомі в Україні рудопрояви та невеликі родовища корінного і розсипного золота можна об'єднати в сім рудних регіонів: Закарпатський, Карпатський, Донецький і на Українському щиті – Волинський, Центральнотроїський, Придніпровський і Приазовський. Вони відрізняються геологічними умовами, глибинами і часом формування золотих руд, їхніми генетичними та мінеральними типами. Нижче наведено узагальнення результатів вивчення самородного золота України, проведеного як нами (Квасниця і Кузнецов, 1977; Квасниця і др., 1977; Квасниця, 1978; Квасниця і др., 1978; Квасниця і др.,

1978; Квасниця і др., 1979; Кузнецов і др., 1981; Щербак, 1990; Квасниця та ін., 1994; Квасниця та ін., 1994; Кравченко і др., 1995; Савин і др., 1995; Ковальчук та Квасниця, 1996; Кравченко і Квасниця, 1996; Галий і др., 1996; Квасниця та Латиш, 1996; Квасниця, 1999; Kvasnytsya, 1999; Квасниця та ін., 2001; Квасниця та ін., 2009; Квасниця і Квасниця, 2010; Квасниця та Квасниця, 2012; Квасниця та ін., 2015), так й іншими дослідниками (Кузнецов і др., 1977; Нечев, 1992; Степанов, 1993; Скакун, 1994; Мудровська, 2000; Бондаренко, 2009; Бондаренко, 2014; Бондаренко та ін., 2015). Головна увага привернута до корінного самородного золота.

Самородне золото Закарпатського прогину. Мінералізація золота в Закарпатському прогині приурочена до горстового підняття донеогенового фундаменту і пов'язана з постмагматичними процесами неогенового ліпарит-андезитового вулканізму. Тут виділяють два рудні райони – Берегівський і Вишківський, у межах яких відомі декілька рудопроявів золота, і Мужівське родовище золота. Останньому притаманна розмаїтість мінеральних типів золотого зруденіння: золото-колчеданно-поліметалічний, золото-поліметалічний, золото-кварц-гематитовий, золото-кварц-барит-каоолініт(дикіт)-гідрослюдистий. Рудні тіла мають різноманітну форму: жили й прожилково-вкраплені зони, штокверки тощо. Золоте зруденіння локалізується в середньому і верхньому горизонтах ліпаритових туфів. Більшість рудних тіл залягає в пірокластичних породах.

Із кристаломорфологічної точки зору особливо цікаве золоте зруденіння, яке пов'язано із зонами інтенсивного метасоматичного заміщення в ліпаритових туфах верхнього горизонту, тобто залягає у верхівці рудоносної товщі, утворюючи штокверки. Самородне золото тут парagenетичне із кварцом і баритом, друзові агрегати яких можна часто спостерігати в порожнинах і тріщинах. Воно асоціює також з каоолінітом, дикітом, гідрослюдами, алунітом, гідроксидами заліза і марганцю, реліктовими сульфідами. Розмір золотин у межах 0,1–10 мм.

Для цього зруденіння характерно багатство форм утворень золота і головне присутність добре обмежених кристалів золота, їхніх зростків, дендритів і дендритоїдів. Більшість кристалів золота є кубооктаедрами з різним ступенем розвитку граней куба і октаедра. Для багатьох

кристалів властиво спотворення обрису: сплюснення індивідів уздовж однієї з осей симетрії третього порядку до утворення гексагональних чи тригональних пластинок, рідше – видовження вздовж двійникової осі. Кубооктаедри ускладнюються тетрагон-триоктаедром і ромбодекаедром. Також трапляються кристали кубічного, октаедричного і тетрагон-триоктаедричного габітусів.

Досить часті незакономірні зростки індивідів золота у вигляді друз і пучків, паралельні зростки та двійники. Поряд із простими двійниками кубооктаедрів за шпінелевим законом трапляються їхні складні циклічні утворення. Гоніометричними та рентгенівськими дослідженнями виявлено, що це п'ятірники кубооктаедрів, здвійникованих також за шпінелевим законом. Двійникові прості форми такого зростку представлено поєднаними псевдоформами п'ятигранних призми й дипіраміди, які насправді відповідають реальним граням куба та октаедра відповідно п'яти комбінаційним багатогранникам. Зовнішня псевдосиметрія п'ятірників близька до L_56P5L_2 . На таких двійниках золота L_5 є псевдовіссю. Розміри п'ятірників досягають 0,5–0,8 мм за видовженням.

Дуже багата морфологія дендритних утворень золота, серед яких переважають плоскі різновиди. Вони досягають довжини 6–7 мм за товщини 0,5–1,5 мм. Габітусними формами індивідів, що становлять дендрити, є також куб і октаедр. Властивим є поєднання добре розвинутого, дуже видовженого стовбура і гілок, що відходять від нього під кутами в 45, 60 чи 90°, які лежать в одній площині. Стовбур і прикореневі частини гілок огранено набагато гірше, ніж їхні вершини. Чим ближче до вершини, тим більш товстими стають деякі гілки. Часто дендритові форми поступово переходять у поліедричні. Серед дендритоїдів трапляються видовжені індивіди із зародковими гілками, а також так звані тріско- і скіпетроподібні утворення. Інтерстиційні ксеноморфні морфологічні утворення властиві золоту із золото-колчедано-поліметалічного, золото-поліметалічного та золото-кварц-гематитового мінеральних типів Мужіївського родовища.

Для видимого і переважно невидимого золота Мужіївського родовища розрізняють такі основні типи золотоносних руд (Скаун, 1994): 1) піритові – розмір золотин – < 0,001–0,05 мм (проба золота 595–800); 2) галеніт-сфалеритові й галеніт-сфалерит-піритові – < 0,001–0,05 мм

(595–780); 3) англезит-кварцові – 0,005–0,1 мм (650–790); 4) кварцові неперекристалізовані – 0,005–0,1 мм (650–800); 5) кварцові перекристалізовані – 0,05–1,0 мм (700–880); 6) глинисто-кварцові – 0,005–1,0 мм (740–880). Вміст вільного золота в цих рудах змінний – від 40 до 90 %, найбільше його в перекристалізованому кварці. У перших трьох типах руд мінералами-носіями золота є пірит, галеніт, сфалерит, англезит і кварц, у трьох останніх – кварц і гетит.

Ксеноморфні дрібні золотини переважають серед його утворень у рудопросях Береги і Квасово Берегівського рудного району. Золото Вишківського району утворює ізометричні й спотворені (пластинчасті) кристали, губчасті та жилкоподібні утворення, дендрити і друзові зростки. Розмір видимих золотин від 0,1 до 1,5 мм.

Видиме золото із Мужіївського родовища і рудопросяв Закарпатського прогину переважно низькопробне (табл. 2). Найхарактерніші домішки в ньому – це срібло, залізо, мідь, ртуть, телур і селен. Внутрішня будова золотин неоднорідна, досить часті прояви зональності, здвійникування (у тому числі полісинтетичного) і дрібнозернистості.

Самородне золото Українських Карпат. В Українських Карпатах розповсюджені давні корінні й різновікові розсіпні рудопросяви золота. Тут відомі декілька рудних районів: Рахівський, Чивчинський, Верховинський, Яблунівський, Перечинський, Нижньоворотський та Чернівецький. У Рахівському та Чивчинському районах знайдено доальпійське золоте зруденіння, що залягає в метаморфічних породах фундаменту – нижньобілопотокського й верхньоділовецького комплексів, які становлять основну частину розрізу на північному заході Мармароського масиву. У межах Українських Карпат більш поширені породи діловецького комплексу, метаморфізовані в умовах зеленосланцевої фації й найбільш сприятливі для золотого зруденіння. Саме в породах цього комплексу майже повсюдно спостерігаються прояви самородного золота (Сауляк, Білий Потік, Великий та Малий Банський, Тукало, Ясенів та ін.) з різним зруденінням: марганцево-рудним, колчедано-поліметалічним, золото-кварцовим і золото-кварц-карбонатним (Степанов, 1993).

Таблиця 2

Хімічний склад самородного золота із рудопросяв Закарпатського прогину

Район, рудопросяв, породи	Проба		Характерні елементи-домішки
	Граничні значення	Найчастіші значення	
Берегівський: Мужіївське родовище; неогенові вулканіти рудопросяв Квасово; кар'єр, розсіпне золото рудопросяв Береги; кар'єр, розсіпне золото	500–880	650, 720, 760	Fe, Cu, Zn, Pb, As, Te, Sb, Hg
	740	740	Fe, Cu, Te
	780–800	780–800	Cu, Pb, As, Sb
Вишківський: рудопросяви Баня і Загадкове; неогенові вулканіти (Щербак, 1990)	500–700	–	–

Два останні типи зруденіння мають найважливіше значення. Їх виявлено в рахівській частині Мармароського масиву. Основна золоторудна мінералізація – це кварцово-жилінні утворення й численні лінзоподібні прошарки. Самородне золото асоціює з піритом, піротином, сфалеритом, галенітом, арсенопіритом, халькопіритом, кварцом, кальцитом, доломітом, анкеритом, гематитом, гетитом, лепідокрокітом, іноді з телуридами свинцю й срібла (алтаїтом і геситом). Самородне золото має розміри переважно 0,25–0,5 мм, іноді до 3,0 мм. Його форма найчастіше ксеноморфна, але трапляються гемідіоморфні золотини і кристали октаедричного й кубооктаедричного габітусів та їхні зростки.

Із розсіпних рудопросяв золота найдавніші виявлено в крейдяних теригенних породах (конгломератах соймульської світи) Мармароської зони (Чивчинський район), більш молоді – у палеогеновому фліші (Нижньоворотський район) і міоценових моласах (конгломератах слобідської світи) Передкарпатського прогину (Яблунівський район), зовсім молоді – у четвертинних відкладах Чивчинського, Верховинського, Яблунівського, Перечинського і Чернівецького районів. Самородне розсіпне золото Карпат переважно дрібне (від 0,1 мм до 1 мм, іноді до 3 мм), воно має ксеноморфну форму і різний ступінь обкатування. Найбільш рудний вигляд має чивчинське розсіпне золото, яке, мабуть пов'язано з корінними ру-

допроявами Мармароського масиву. Для золота Яблунівського району характерно явище автоепітаксії – наростання дрібних кубооктаєдрів золота на ксеноморфні золотини, яке проходило, імовірно, у проміжних колекторах чи вже в самому розсіпю.

Хімічний склад золота Українських Карпат різний (табл. 3). У ньому виявлено багато елементів-домішок. Однак, аналізуючи дані цих досліджень, зазначимо, що, крім Ag, Hg, іноді Cu, Pb, Sb, As, уміст інших домішок часто не перевищує межі похибок рентгеноспектрального методу. Тому слід вважати, що найхарактерніші домішки в карпатському золоті – це срібло, мідь і ртуть. Наявність домішок ртуті в золоті з багатьох районів Українських Карпат дещо несподівана, хоч раніше ртуть у золоті й амальгама золота були зафіксовані в рудопроявах Яблунівського району. Найбільший вміст цього елемента виявлено в розсіпному золоті з алювію р. Білий Черемош (коса Надія). Серед досить високопробного золота із цього розсіпища спостерігаються низькопробні золотини із значним вмістом ртуті (Au – від 46,91 до 59,13, Ag – від 33,73 до 42,62, Hg – від 1,06 до 5,39 мас. %). У високопробному золоті із цього розсіпища також підвищений вміст ртуті (близько 0,46 мас. %). Досить низькопробне золото зустрінуто (потік Маскотин) також у зоні дроблення флішових відкладів рахівської світи (крейда), але ртуть у ньому зафіксована на межі похибки. Виходячи із цих даних, можна зробити припущення щодо існування в Українських Карпатах окремого джерела (альпійського чи

післяальпійського) низькопробного золота. У Чивчинському та Верховинському районах раніше вже знаходили таке золото, притаманне молодим ендегенним утворенням. Помітний вміст ртуті зафіксовано в золоті з інших рудопроявів (Сауляк, розсіпище р. Тур'я та ін.). Можливо, домішка цього елемента має епігенетичне походження, коли на ранні золотовмісні руди могла накладатися пізня рудоносна мінералізація.

Самородне золото Донецького басейну. Мінералізація золота Донецької складчастої області (Нагольний кряж) представлена жильним і прожилково-вкрапленим типом руд у піщано-глинистих породах нижнього карбону. Найкраще в Нагольному кряжі вивчені Бобриківський і Гостробугорський рудопрояви золота. Найчастіше тут видиме золото зустрічається з піритом, арсенопіритом, кварцом і анкеритом.

Форми виділення золота в цих рудопроявах різноманітні, хоч вони визначаються головним чином морфологією тріщин у породах і мінералах. Найчастіше трапляються грудкуваті й пластинчасті золотини, рідше короткостовпчасті й неправильно розвинуті зерна, рідко багатогранники золота. У змінених піщано-глинистих породах зони окиснення трапляється незвичне за формою мереживне золото. За розмірами воно буває від мікронного до міліметрового, як правило, й інше донецьке золото не перевищує 0,2 мм, золотини в 1 мм рідкісні, а в 2–5 мм надзвичайно рідкісні.

Таблиця 3

Хімічний склад самородного золота із рудопроявів складчастої частини Українських Карпат

Район, рудопрояв, породи	Проба		Характерні елементи-домішки
	Граничні значення	Найчастіші значення	
Рахівський, метаморфічні породи: рудопрояв Сауляк рудопрояв Білий Потік	750–930	830, 860, 910	Fe, Pb, As, Hg
	780–950	880, 890, 900, 910	Fe, Cu, Pb, As, Sb, Hg
Чивчинський: конгломерати соймільської світи (крейда); четвертинні відклади	840–950	930, 950	Pb, Sb, Hg
	600–980	860, 910, 930, 950	Cu, Zn, Pb, As, Bi, Te, Sb, Hg
Нижньоворотський: палеогеновий фліш	790–960	910	Cu, Pb, As
Верховинський: четвертинні відклади	600–960	–	Cu, Pb, Bi, Te, Hg
Яблунівський: конгломерати слобідської світи (міocen); четвертинні відклади	920–980	930, 950, 980	Cu, Sb
	880–990	–	–
Перечинський: четвертинні відклади	860–950	910, 930	Cu, Pb, As, Hg

Найбільше багатогранників золота знайдено в Бобриківському рудопрояві. Серед них переважають спотворені ромбододекаедри. На сотні золотин припадає лише 5–10 кристалів із чітким кристалографічним ограненням, ще на 15–20 золотинах розвинуті окремі грані. Більшість кристалів золота знайдено в зоні окиснення й у делювіально-алювіальних відкладах, поодинокі багатогранники виявлено також у пробах гіпогенних руд. Часто ромбододекаедри утворюють неправильні зростки, іноді двійники. Рідкісними формами є октаедр, куб і тетрагексаедр. Перші дві форми ускладнюють ромбододекаедричні за габітусом індивіди. Октаедри золота поодинокі, частіше куб і октаедр зустрічаються на кристалах разом, по чергово виконуючи габітусну роль. Серед кристалів золота з Бобриківського рудопрояву трапляються унікальні кристалографічні утворення. Серед них, наприклад, незакономірний зросток двох індивідів з комбінаційним набором граней різних простих форм. Один із індивідів є комбінацією тетрагексаедра {250}, куба, октаедра і ромбододекаедра. Другий індивід зростку огранений гірше, на ньому розвинуті лише деякі грані куба і тетрагексаедра. Серед багатогранників золота з рудопрояву Гострий Бугор відзначено рідкісні октаедри, кристали з гранями октаедра і ромбододекаедра та гексоктаедр масою 6,57 мг, що виріс у порожнині кристала кварцу.

На особливу увагу заслуговує розсіпне мідисте золото Донбасу, що було виявлено Ю.О. Кузнецовим (Кузнецов и др., 1977) у карбонічних і нижньочетвертинних алювіальних відкладах у сусідніх з Нагольним кряжем районах. Воно має різну форму: пластинчасту, грудкувату, лускату, гачкувату та амебоподібну. Розміри зерен від 0,1 до 1,0 мм, переважають найдрібніші золотини. Ступінь їхнього зносу середній. Джерело цього мідистого золота не виявлено.

За хімічним складом донецьке золото незвичне (табл. 4), крім розсіпного мідистого золота, тут поширено корінне ртутисте золото, характерне для золото-поліметалічних рудопроявів Нагольного кряжу. Для цього золота властива велика розбіжність проби, але переважає золото 800–900 проби. Концентрація ртуті в золоті досягає 1–6 мас. % і не залежить від розміру та морфології кристалів, їхньої проби і мінералу-господаря, що вміщує золото. Ксеноморфне ртутисте золото також трапляється в піриті, арсенопіриті, кварці та анкериті.

Профільне мікрозондування ромбододекаєдрів золота з Бобриківського рудопрояву показало, що срібло і ртуть в об'ємі кристалів поводять себе однаково – периферійні зони індивідів збагачуються ними. Різниця концентрацій срібла в крайових частинах кристалів та їхніх ядрах становить 2–7 мас. % (напр., у ядрі кристала 14–15 мас. % Ag, а на його периферії 19–19,5 мас. %). Вміст

ртуті зростає від центральних (1,2–2 мас. %) до крайових (2,6–2,9 мас. %) зон кристалів. Максимуми та мінімуми срібла і ртуті на концентраційних кривих відповідають зниженням і підвищенням концентраціям золота. Вміст золота в центральних частинах індивідів змінюється від 73 до 83 мас. %, знижуючись у крайових частинах у середньому

на 3–6 мас. %. Спостерігається поступове дещо асиметричне зростання концентрації срібла в напрямку до периферії індивідів. Таким чином, трохи асиметричні, але взаємно компенсуючі концентраційні криві золота і срібла у ромбододекаедрів, а також характер розподілу в них ртуті свідчать про сингенетичну неоднорідність кристалів, тобто про одночасне відкладання золота і ртуті.

Таблиця 4

Хімічний склад самородного золота із рудопроїв Донецького басейну

Район, рудопроїв, породи	Проба		Характерні елементи-домішки
	Граничні значення	Найчастіші значення	
Нагольний кряж: піщано-глинисті породи (нижній карбон); Бобрівський рудопроїв; Рудопроїв Гострий Бугор	< 600–950	800–899	Hg (до 6 мас. %), Fe, Zn, Pb, Cu, Bi, Sb, As, Te
Кальміусь-Горецька та Бахмутська котловини, південно-східна частина Донбасу в місці злиття рік Міус і Кринка (Кузнецов и др., 1977): карбонатні і нижньочетвертинні алювіальні відклади	850	—	—
	605–940	820–880, 920, 940	Cu (1,1–39,15 мас. %), Ag (1,2–15,2 мас. %), Fe, Pb, Hg, Sb, As, Bi

Вплив особливостей хімічного складу мінералоутворювального середовища на появу тих чи інших форм загальновідомий. Виходячи із структури золота (гранецентрована кубічна ґратка) головні форми росту його кристалів згідно з їхнім теоретичним значенням становлять такий ряд: октаедр, куб ромбододекаедра, тетрагон-триоктаедр {311} і т.д. Захоплення в процесі росту кристалом домішок може міняти напрямки переважного наростання індивіда, що в підсумку може призвести до появи граней різних простих форм і до зміни габітусу кристалів. На штучно вирощених багатогранниках золота грані ромбододекаедра (габітусні та другорядні) частіше всього розвивалися в умовах їхньої кристалізації із розчинів, що вміщують ртуть. Мабуть і в рудопроївках Нагольного кряжа кристали золота формувалися із збагачених ртуттю золотоносних розчинів.

Самородне золото Українського щита. Рудопроїви золота на Українському щиті мають різний вік і пов'язані з різними породами й рудними процесами. Як було зазначено вище, у цій структурі виділяють чотири великі золоторудні регіони: Волинський, Центральноукраїнський (рудопроїви Майське, Клинці та ін.), Придніпровський (рудопроїви Балка Широка, Балка Золота, Сергіївський, Томаківський та ін.), Приазовський (рудопроїви Сорокінської зони та ін.). Згідно з дослідженнями М.П. Щербака і Д.М. Щербака (Щербак та Щербак, 1993) найбільш продуктивні, з погляду на золотоносність, є пізньоархейські (Балка Золота, Балка Широка та ін.) та ранньопротерозойські (Майське та ін.) етапи ендегенного рудоутворення на Українському щиті. Перші тісно пов'язані з граніт-зеленокам'яними асоціаціями, другі – з гранітами зон активізації.

В архейських породах інших континентів золото зосереджено в жилах і прожилках кварцу, а також у зонах вкраплення сульфідів, які іноді просторово місцями розділені. У протерозойське золото пов'язано із суттєво кварцовими малосульфідними рудними тілами, які часто утворюють подовжені й потужні жильні зони. На відміну від архейського, протерозойське золоте зруденіння групувалося в інших місцях – у крайових частинах платформ і в межах внутрішньоплатформних прогинів, на місці яких виникали складчасті пояси із кислими і середніми за складом інтрузіями. Рудоносні гідротерми тут тісно пов'язані із системами глибинних розломів. Подібна ситуація з архейським і протерозойським золотом і на Українському щиті.

За розмірами серед видимого золота з відомих рудопроїв Українського щита переважають золотини в 0,1–0,4 мм, рідко вони досягають 1–3 мм. Основний морфогенетичний тип самородного золота із цих рудопроїв –

ксеноморфні утворення. Золото займає переважно порожнини, тріщини й проміжки між зернами та кристалами різних мінералів, тобто приймає вимушену форму внаслідок більш пізнього утворення й заповнення вільного простору. Кристалічні форми у вигляді багатогранників трапляються у рудопроївках Ахтове (Нижнє Побужжя), Клинці, Сорокінської зони й особливо в рудопроївці в районі Жовтих Вод. Для останнього характерні дрібні кристали золота (0,1–0,3 мм) у вигляді октаедрів, кубооктаедрів і ромбододекаедрів, які займають місця в тріщинах і порожнинах у кварці. Геміідоморфні утворення золота характерні для рудопроїв Сорокінської зони. На таких золотинах розвинені елементи ксеноморфних та ідіоморфних форм, тобто вони мали деякий час для вільного росту індивідів. Потрібно також зазначити наявність двох генерацій золота (чи стадій золотої мінералізації) у рудопроївці Майське: раннього ксеноморфного і пізнього ксеноморфно-ідіоморфного золота.

За хімічним складом самородне золото цього регіону досить різноманітне, і все ж переважає помірно високопробне і дуже високопробне (табл. 5). Серед характерних домішок у ньому зазначимо мідь, особливо в золоті з Волинського, Центральноукраїнського і Придніпровського регіонів, що вказує на можливі генетичні зв'язки золотого зруденіння з ультраосновними породами. Вважається, що при вмісті міді в самородному золоті більше 3 мас. %, воно пов'язано з гідротермально-метасоматичними утвореннями по ультраосновних породах. Зазвичай вміст міді в самородному золоті в більшості родовищ світу невеликий і часто не перевищує 0,5–1,5 мас. %. Проте знахідки мідистого золота у світі відомі, у тому числі в багатьох рудопроївках Українського щита. Наприклад, у Середньому Побужжі (рудопроїви Демов'ярське, Капітанівське, Голованівське) знайдено золото із вмістом міді від 3,7 до 25,5 мас. % (Нечеев, 1992). Ще більше цієї домішки містять деякі золотини з Томаківського рудопроїву Софіївської структури – від 27,7 до 31,4 мас. % (із вмістом срібла 7,9–15,1 мас. %). При цьому золотини з високим нерівномірним і водночас постійним вмістом міді мають певну морфологію, вони округлі, грудко- і дрогоподібні. На відміну від них пластинчасті більш високопробні золотини (проба 875–900) із цього рудопроїву хоч і містять мідь, але в малій кількості (близько 0,65 мас. %). Отже, золото в даному рудопроївці різне як за морфологією, так і за хімічним складом. Можливо, тут має місце прояв двох його генерацій. Можна лише припустити, що золото багате на мідь більш раннє, а бідне – більш пізнє. Подібну еволюцію хімічного складу – від раннього мідистого до більш пізнього срібlistого – зазначає

С.В. Нечаєв для золота з рудопояв Середнього Побужжя (Нечаєв, 1992). Як відомо, прояви мідистого золота в земній корі пов'язані з областями активної діяльності основних і ультраосновних магм.

Типоморфізм самородного золота із рудопояв України. За результатами наших досліджень самородного золота з рудопояв України і згідно з означеною вище класифікацією Н.В. Петровської рудних родовищ золота за глибинними рівнями їхнього формування (глибинні, середньоглибинні й малоглибинні) більшість золота з рудопояв Українського щита з деякою мірою

умовності можна віднести до глибинного, золото Нагольного кряжа і деяких рудопояв у Карпатах – до глибинно-середньоглибинного і золото Закарпаття – до малоглибинного. Українське золото різновікове: архейське і протерозойське на Українському щиті, палеозой-мезозойське в Донбасі, протерозой-палеозойське в Карпатах, кайнозойське в Закарпатті. Розглянемо найбільш характерні ознаки різноглибинного і різновікового золота України. До них ми відносимо особливості морфології, кристаломорфології, внутрішньої будови, хімічного складу золота та його мінеральні асоціації.

Таблиця 5

Хімічний склад самородного золота із рудопояв Українського щита

Мегаблоки щита	Проба золота	Характерні елементи-домішки
Волинський (Бондаренко, 2009; Бондаренко, 2014; Бондаренко та ін., 2015)	900–950, > 950 і 800–899	Cu
Дністровсько-Бузький	Переважає 900–950, > 950 і 800–899, іноді 600–699 і < 600	Cu, Bi, Sb
Ігулецький	Переважає 900–950 і > 950, іноді 800–899	Cu, Bi, Mo, Se, Fe, Co (?), Ni (?)
Середньопридніпровський (Криворіжжя)	Переважає 900–950 і > 950, іноді 800–899	Cu, Zn, As
Середньопридніпровський (Придніпров'я)	Переважає 900–950 і 800–899, іноді < 600	Zn, Pb, Cu, Bi, Sb, As, Fe, Pt, Mo, іноді Hg
Приазовський	Переважає 900–950 і > 950, іноді < 600	Cu, Mo, Fe, Ni, Co, Sb, As, Pb, Zn, Hg

Морфологія і кристаломорфологія. Серед видимого золота з рудопояв України трапляються як ідіоморфні утворення – добре огранені кристали, їхні закономірні та випадкові зростки, округлі кристали та індивіди з ознаками скелетного росту, дендрити і дендритоїди, так і домінуючі ксеноморфні утворення – плівки, луски, пластинки, грудко-, крапле-, голко-, дрто- і дендритоподібні й неправильні за формою зерна. Найбільш різноманітна кристаломорфологія малоглибинного золота Закарпаття (родовище Мужіївське, кварц-баритові жили). Індикаторним показником золота із кварц-баритових жил цього родовища є його багатогранники та їхні двійники і дендритні форми. Переважна більшість золотин – це добре огранені кристали, їхні зростки і дендрити, значно менше з неправильною формою. Майже всі кристали є кубооктаедрами із змінним габітусним значенням обох форм. Кристали часто спотворені із сплюсненням уздовж потрібної осі симетрії, рідше – в інших кристалографічних напрямках. Як рідкісні форми кристалів тут відзначено тетрагон-триоктаedr {311}, ромбододекаedr і тетрагексаedr {210}. Кубооктаедри часто утворюють зростки із двох-трьох індивідів і більше, а також двійники за шпінелевим законом. Унікальними є складні циклічні двійники. Різноманітні за формою дендрити – малоглибинного золота. Інша морфологія – у глибинно-середньоглибинного золота з рудопояв Донбасу та Карпат. Серед пластинчастих і грудко-, дрто- і краплеподібних зерен донецького золота (Бобриківський рудопояв) багатогранники зустрічаються нечасто. Основна їхня форма – ромбододекаedr. На рідкісних кристалах грані {110} поєднуються із слабо розвиненими гранями куба і октаедра. Інколи ці форми мають габітусне значення, до яких може додаватися тетрагексаedr {250}. Ромбододекаедри золота часто недосконалі, а якщо ізометричні, то дуже дрібні. Трапляються двійники і випадкові зростки ромбододекаедрів. Кристаломорфологія карпатського золота ще бідніша. Недосконалі багатогранники золота знайдено серед гемідіоморфно-ксеноморфного золота з корінних рудопояв Рахівського рудного району.

Кристали золота тут мають форму октаедра, іноді кубооктаедра. Розсіпне карпатське золото – це переважно ксеноморфні утворення, часто пластинчастої форми, воно добре обкатано. Серед глибинного золота з рудопояв Українського щита досконалі багатогранники надзвичайно рідкісні. Їх знайдено тільки в рудопоявах біля Жовтих Вод (серед мікроутворень золота) та Ахтове Ахтового?. У своїй більшості золото ксеноморфне, рідше гемідіоморфне, багатогранники його із згаданих вище рудопояв мають форму октаедра, іноді кубооктаедра і ромбододекаедра.

Результати проведених морфологічних досліджень показали, що частота розвитку простих форм кристалів золота у відомих золоторудних районах України в основному відповідає раніше визначеним рядам таких частот для золота з багатьох родовищ світу. Наскрізною формою його кристалів у різних за генезисом і віком мінеральних утвореннях є октаedr, у більшості випадків він і є габітусною формою. У напрямку від рудопояв великих глибин до рудопояв малих глибин кристали золота стають більш складними за формою. При цьому зростає кількість добре огранених кристалів, але водночас індивіди ізометричного обрису змінюються спотвореними кристалами. Поряд із дендритами, ступенем досконалості форм кристалів, неоднорідністю будови і низькою пробою складні двійники-п'ятірники золота виступають типоморфною ознакою близькоповерхневих умов відкладання мінералу. Такі складні двійники золота відомі в малоглибинних родовищах Росії (Нижнє Приамур'я) та Румунії.

Внутрішня будова. Особливості внутрішньої будови золотин розглядаються як важливі генетичні ознаки. Більш великі частинки самородного золота з різних глибин мають неоднакову складну структуру, яка визначається їхньою зернистістю, розвитком двійників, розподілом домішок, наявністю мінеральних включень. За внутрішньою будовою вирізняється закарпатське золото з малих глибин. Його неоднорідний структурний рисунок часто видно на полірованих зрізах золотин навіть без їхньої обробки спеціальними розчинниками – це зональна будова дендритів і кристалів, грубе полісинтетичне

двійникування зерен, міжзернові високопробні прожилки, добре проявлена зернистість золотин. У золоті із середніх і великих глибин згадані ознаки неоднорідності зустрічаються рідше, та все ж спостерігається тонке двійникування, зернистість і релікти високопробного золота. Неоднорідну структуру має розсіпне золото, для нього властиві утворення тонких облямівок високопробного золота на обкатаних зернах.

Хімічний склад. Виявлено деякі закономірності у зміні складу самородного золота і вмісту в ньому елементів-домішок залежно від глибини рудоутворення. Золото з малих глибин переважно низькопробне (600–699) і відносно низькопробне (700–799), із середніх – середньопробне (800–899) і високопробне (900–950), із значних – високопробне (900–950) і досить високопробне (> 950). Тобто як і в багатьох золоторудних родовищах світу в золотих рудопроявах України з переходом від давнього глибинного і середньоглибинного зруденіння до молодого малоглибинного простежено зниження проби золота. Відповідна залежність простежується щодо кількості й вмісту елементів-домішок у золоті: від мінера-

лізації, що була сформована на великих глибинах, до мінералізації на середніх і малих глибинах кількість і особливо концентрація елементів-домішок у самородному золоті зростають.

Мінеральні асоціації. У родовищах і рудопроявах самородного золота України вони також відображають гідротермальні умови його утворення на малих, середніх і великих глибинах. Домінуючі мінеральні асоціації золота в більшості генетичних типів пов'язані із кварцом, де золото, як правило, ксеноморфне. У сульфідах (піриті, арсенопіриті, халькопіриті, галеніті, сфалериті) воно заповнює тріщини в кристалах цих мінералів або кристалізується з ними одночасно. У зоні окиснення самородне золото асоціює з лімонітизованим піритом, де воно залишкове, раніше локалізоване в піриті. Найбільш поширені золото-сульфідна, золото-кварц-сульфідна і золото-кварцова мінеральні асоціації.

У табл. 6 узагальнено дані наших досліджень самородного золота з відомих родовищ і рудопоявів України, і на цій основі зроблена систематика ендегенних золоторудних проявів України.

Таблиця 6

Систематика ендегенних золоторудних проявів і деякі особливості самородного золота України

Геологічні регіони	Рудні формації		Вік золотого зруденіння	Особливості самородного золота		Елементи-домішки
	Формації проявів	Формації руд		Морфологія виділень видимого золота, їхній розмір	Проба золота	
Закарпатський внутрішній прогин	Малих глибин (менше 1,5 км)	Убогосульфідна	Кайнозойський (неогеновий)	Ідіоморфні й спотворені багатогранники, їхні незакономірні зростки, складні двійники, дендрити і ксеноморфні виділення. Розмір золотин 0,1–9 мм	Переважає 600–699 і менше 600	Cu, Fe, Te, Zn, Pb, As, Sb, Hg
Донецька складчаста область (Нагольний кряж)	Великих-середніх глибин (більше 1,5–3,0 км)	Помірно сульфідна	Мезозойський-палеозойський	Ксеноморфні, рідко ідіоморфні (багатогранники та їхні зростки) виділення. Розмір золотин 0,1–5,0 мм	Переважає 800–899, іноді 900–950 і менше 600	Hg, Fe, Zn, Pb, Cu, Sb, As, іноді Te
Українські Карпати (Мармароський масив)	Великих-середніх глибин (більше 1,5–3,0 км)	Помірно сульфідна	Палеозойський-протерозойський	Ксеноморфні, рідко ідіоморфні (багатогранники та їхні зростки) виділення. Розмір золотин 0,1–5,0 мм	Переважає 800–899 і 900–950 іноді менше 600	Cu, Fe, Hg, Bi, Zn, Pb, As, Sb
Український щит	Великих глибин (більше 3 км)	Малосульфідна	Протерозойський та архейський	Ксеноморфні, дуже рідко ідіоморфні виділення. Розмір золотин 0,1–4,0 мм	Переважає 900–950 і більше 950, рідше 800–899, іноді 600–699	Cu, Bi, Mo, Sb, Pb, Zn, Pt, V, Pd, Ni, As, іноді Hg

Макет кристалогенетичного визначника. У викладеному вище наведено обґрунтування кристаломорфологічного аналізу самородного золота і подано фактичний матеріал вивчення морфології й конституції самородного золота України та розглянуто типоморфізм самородного золота. Нижче ми пропонуємо макет кристалогенетичного визначника мінералу на прикладі самородного золота із палеопротерозойських білокоровицьких конгломератів на Волині (табл. 7, рис. 1–7) (Квасниця та ін.,

2015). Подібний варіант визначника потрібно наповнювати фактичним матеріалом для кожного золоторудного прояву. У макеті акцентовано на такі розділи: 1) мінеральні асоціації самородного золота; 2) хімічно-структурні та інші особливості кристалів золота; 3) морфологія кристалів золота; 4) анатомія кристалів золота; 5) спосіб і механізм росту кристалів золота; 6) типоморфні ознаки кристалів золота; 7) генезис золота.

Таблиця 7

Кристалогенетичний визначник самородного золота із палеопротерозойських білокоровицьких конгломератів Волині

Показники	Характеристика мінералів
Район, геологічні умови знаходження кристалів (мінеральний комплекс, геолого-тектонічні дані, вік порід і зруденіння, тип мінералоутворювального процесу)	Волинський мегаблок, Білокоровицька палеопротерозойська структура, метаосадові породи білокоровицької світи (конгломерати, гравеліти, пісковики, аргіліти, алевроліти). Осадові породи знаєли метаморфізму в умовах зеленосланцевої фації
Мінеральні асоціації	Убогосульфідна – кварц, пірит. У зростках із самородним золотом: кварц, хлорит, слюда, польовий шпат, кальсиліт, самородна мідь, халькозин, карбонат міді, самородний вольфрам

Закінчення табл. 7

Показники	Характеристика мінералів
Хімічно-структурні, фізичні та термобарогеохімічні особливості мінералів	За хімічним складом золото дуже різне: високопробне, середньопробне, срібliste, зі значною домішкою срібла і міді, а також мідисте. Основними домішками в зернах самородного золота з білокоровицьких конгломератів є срібло і мідь, у багатьох золотинах виявлені домішки заліза (іноді до 3,5 мас. %), в окремих золотинах зафіксовано незначний вміст домішок нікелю і титану. Можна виділити золото із домішками срібла (до 85 % аналізів), золото із домішками міді (до 50 % аналізів) і золото із домішками срібла і міді (до 44 % аналізів). Вміст домішок срібла і міді дуже різний. Найбільше золотин з низьким вмістом срібла – у межах 1–5 мас. %, значно менше золотин із вмістом срібла в межах 6–15 мас. %, проте зустрічається срібliste золото із вмістом більше 21 мас. % Ag і, навіть, 40–44 мас. % Ag. Приблизно така ж тенденція щодо вмісту домішок міді. Більше половини вивчених золотин містять від 1 до 5 мас. % домішок міді, трохи менше золотин із 6–10 мас. % домішок міді й відносно значна частина золотин містить від 11 до 43 мас. % міді
Загальна морфологія	За формою золотин розрізняється первинне, вторинне і біогенне золото. Форма виділень первинного золота переважно ксеноморфна, вторинного золота – часто ідіоморфна, серед біогенного – багато зерен пористого золота і псевдоморфоз по мікроорганізмам. Серед первинного золота багатогранники рідкісні, тоді як серед вторинного золота багатогранники поширені
Теоретичний ряд простих форм золота	Октаedr, куб, ромбододекаedr, тетрагон-триоктаedr {311}
Головні прості форми	Октаedr
Другорядні прості форми	Куб, ромбододекаedr
Типові комбінації простих форм	Октаedr+куб+ромбододекаedr
Габітус кристалів	Октаедричний
Обрис кристалів	Ізометричний і пластинчастий
Скульптура граней	Блокова
Двійники	Двійники і п'ятірки поширені серед вторинного золота
Незакономірні зростки	Поширені серед вторинного золота
Агрегати	Рідкісні серед первинного золота
Скелетні й антискелетні утворення	Скелетні октаедри поширені серед вторинного золота
Автоепітаксичні утворення	Поширені як нарости вторинного золота. Мікророзмірні кристали наростів мають різну форму: від кристалографічно неправильної до ідеальних октаедричних кристалів та їхніх зростків, у тому числі двійників і п'ятірок октаедрів і скелетних октаедрів
Дендритні утворення	Відсутні
Інші особливості кристалів (гранні, реберні і вершинні форми, розщеплений ріст та ін.)	Не виявлено
Псевдоморфози	Зафіксовані псевдоморфози по мікроорганізмах
Розподіл форм кристалів у геологічному тілі та їхні еволюційні ряди	Не з'ясовано
Анатомія	Виявляється хімічна неоднорідність для полірованих зрізів золотин; для зерен кластогенного золота виявлено його типову зональність – периферійна облямівка є більш високопробною
Спосіб і механізм росту кристалів	Вільна кристалізація і пошаровий та блоковий механізми росту для вторинного золота. Перекристалізація для біогенного золота. Виповнення тріщин, порожнин при кристалізації первинного золота, випадки вільної кристалізації рідкісні
Типоморфні ознаки	Збагачення золота домішками міді, зростки золота з мінералами цементу конгломератів, характерні ознаки вторинного і біогенного золота
Генезис	Самородне золото формувалося in situ у цементі білокоровицьких конгломератів і представлено щонайменше двома генераціями: первинним і вторинним золотом. Значна частина самородного золота з конгломератів несе ознаки доростання золотин з утворенням вторинного золота та ознаки для деякої його частини біогенного походження. До перших належать мікро- і нанокристалічні автоепітаксичні нарости самородного золота на його зернах – утворення його мікро-нанобагатогранників. До других, більш рідкісних, належать типові форми пористого золота й особливо псевдоморфози золота – залишки діяльності мікроорганізмів. Імовірно, основна частина самородного золота утворилася в процесі регіонального метаморфізму білокоровицьких осадків, свідченням чому є зростки золота з мінералами цементу конгломератів і домінуюча ксеноморфна форма золотин. Золотини кластогенного золота у конгломератах рідкісні

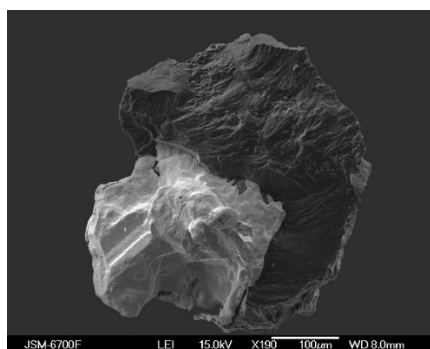


Рис. 1. Зросток самородного золота (світле) і кварцу (темне) із палеопротерозойських білокоровицьких конгломератів (Волинський мегаблок). (Растровий електронно-мікроскопічний – PEM – знімок)

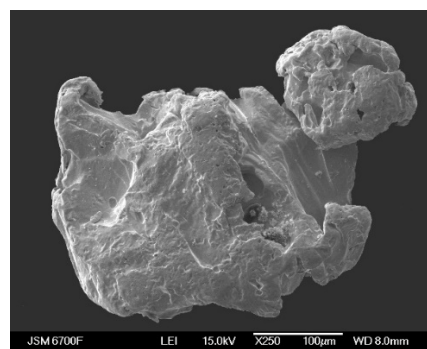


Рис. 2. Ксеноморфне зерно самородного золота із палеопротерозойських білокоровицьких конгломератів (PEM знімок)

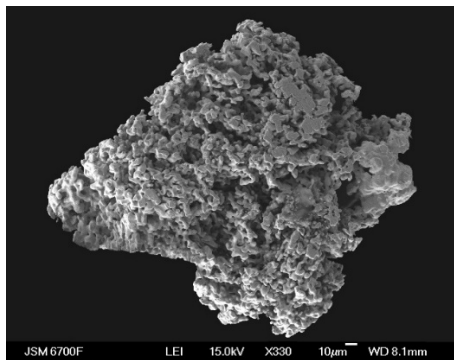


Рис. 3. Зерно самородного золота, яке майже повністю обросло кристалами вторинного самородного золота із палеопротерозойських білокоровицьких конгломератів (справа видна невелика світліша частина первинного золота) (PEM знімок)

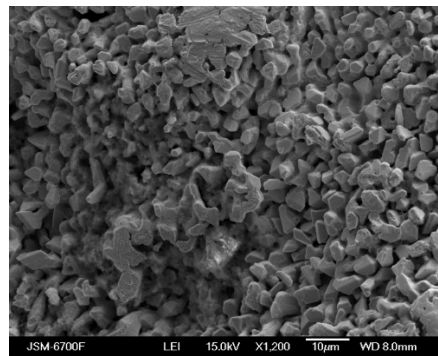


Рис. 4. Мікророзмірні октаедри вторинного самородного золота із палеопротерозойських білокоровицьких конгломератів (PEM знімок)

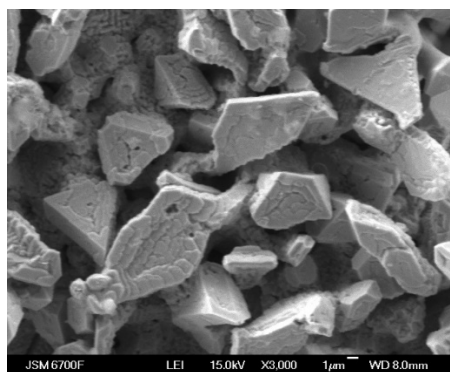
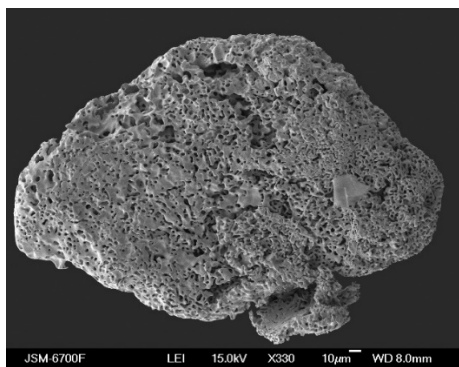
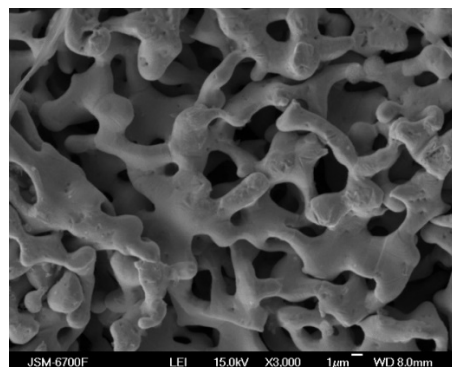


Рис. 5. Мікророзмірні скелетні октаедри вторинного самородного золота із палеопротерозойських білокоровицьких конгломератів (PEM знімок)



а



б

Рис. 6. Зерно біогенного золота із палеопротерозойських білокоровицьких конгломератів: а – зерно золота, б – деталізація поверхні зерна (PEM знімки)

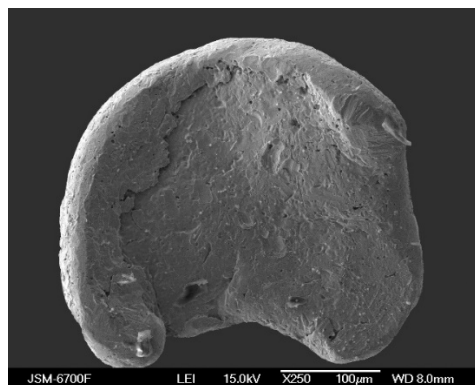


Рис. 7. Обкатане зерно кластогенного самородного золота із палеопротерозойських білокоровицьких конгломератів (PEM знімок)

Висновки. Згідно із запропонованим макетом нами зібрано фактичний матеріал результатів вивчення самородного золота із 25 основних золоторудних проявів України. Це є підставою зробити деякі загальні висновки щодо генезису, прогнозу і пошуків золотих родовищ в Україні:

1. За характером розвитку золоторудної мінералізації в різних геологічних утвореннях України можна виділити як перспективні три основні типи рудних формацій: золото-кварцовий, золото-сульфідно-кварцовий, золото-сульфідний;

2. Морфологія і склад самородного золота характеризує особливості рудоутворювальних процесів (глибинність відкладання руд, умови рудоутворення тощо). Варіації проби золота в окремих випадках можуть визначатися не тільки глибинністю рудоутворення, а й електрхімічними реакціями його відкладання;

3. За морфологією самородного золота можна визначати формаційний тип родовищ, "верхи" і "низи" рудних тіл, місце рудних стовпів, стадії мінералізації тощо;

4. За морфологією мінералів-супутників золота – піриту й арсенопіриту можна визначати перспективність рудних тіл на золотоносність;

5. Системний аналіз типоморфних особливостей сульфідних мінералів із золоторудних родовищ і рудопоявів дає можливість їхнього використання для деталізації рудно-формаційної належності зруденіння;

6. Як мінералогічні пошукові критерії можна використовувати типоморфні властивості піриту (вміст As, відношення Co/Ni, характер провідності, присутність структурних OH-груп тощо), арсенопіриту (відношення Fe/As+S, присутність можливого структурного Au, характер провідності) і кварцу (інфрачервоні спектри, параметри термолюмінесценції, термобарогеохімічні дані).

Отже, нині ми маємо певні відомості про морфологію і конституцію золота з рудопоявів України і вони більш-менш достатні для того, щоб використовувати цю характеристику як можливий критерій походження і прогнозу золотої мінералізації. Майбутніми дослідженнями слід тільки деталізувати морфологічні особливості самородного золота із корінних рудопоявів України, і особливо увагу потрібно звернути на розсіпне золото. Наявна інформація про мінералогію цього золота недостатня для належної оцінки багатьох розсіпів. Щодо хімічного складу українського природного золота можна сказати, що він добре досліджений тільки для окремих родовищ і рудопоявів. Хімічний склад золота із багатьох рудопоявів України вивчено ще недостатньо. Майже зовсім не досліджено внутрішню будову золотин із більшості рудопоявів України, як і мінеральні вclusions в них. Необхідно також спробувати виконати термобарометричні та ізотопні дослідження рудоносних розчинів, що законсервовані в газово-рідких вclusions у кристалах золота.

Вище йшлося про видиме природне золото. Зовсім мало відомо нам про тонкодисперсне золото з багатьох рудопоявів України, яке, власно, може бути корисною копалиною. Результати перелічених майбутніх досліджень важливі для розв'язання проблеми українського золота і вдосконалення критеріїв прогнозу та пошуку його родовищ.

Список використаних джерел

- Бондаренко, С.М. (2009). Золоторудна мінералізація західної частини Українського щита. Автореф. дис. ... канд. геол. наук. Київ.
- Бондаренко, С.М. (2014). Мінералізація Au-As типу в докембрійських комплексах Українського щита та головні чинники її локалізації. *Мінерал. журнал*, 36, 1, 59–73.
- Бондаренко, С.М., Сьомка, В.О., Грінченко, О.В. (2015). Ендогенне золото в докембрійських комплексах Волинського мегаблоку (Український щит). *Записки Українського мінералогічного товариства*, 12, 119–131.
- Галій, С.А. Монахов, В.С., Квасниці, В.Н. (1996). Рудно-формаційна систематика і типоморфізм мінералів золоторудних месторождений и проявлений Украины. *Мінерал. журнал*, 18, 4, 91–103.

Квасниці, В.Н. (1978). Сложные двойники многогранников самородного золота. *Докл. АН УССР*, сер. Б, 7, 587–591.

Квасниці, В.М. (1999). Морфогенетична класифікація самородного золота України. *Мінерал. журнал*, 21, 4, 91–98.

Квасниці, В.М., Грицик, В.В., Бондаренко, І.М. (2001). Самородне золото із рудопоявів Квасове і Береги в Закарпатті. *Мінерал. журнал*, 23, 2/3, 5–8.

Квасниці, В.М., Грицик, В.В., Легкова, Г.В., Матковський, О.І., Латиш, І.К. (1994). Про хімічний склад самородного золота Українських Карпат. *Мінерал. журнал*, 16, 3/4, 89–95.

Квасниці В.Н., Квасниці, І.В. (2010). Морфология самородного золота Украины. *Материалы Всероссийской конференции, посвященной 100-летию Н. В. Петровской*. Москва: ИГЕМ РАН, 1, 234–236.

Квасниці, В.М., Квасниці, І.В. (2012). Нарис з мінералогічної кристаллографії самородних металів України. *Мінерал. журнал*, 34, 4, 13–22.

Квасниці, І.В., Косовський, Я.О., Мельничук, В.Г., Матеюк, В.В. (2009). Самородне золото Західної Волині. *Записки Українського мінералогічного товариства*, 9, 92–99.

Квасниці, В.Н., Кузнецов, Ю.А. (1977). Кристалломорфология золота из Нагольного кряжа (Донбасс). *Вопросы региональной и генетической минералогии*. Киев: Наук. думка, 63–67.

Квасниці, В.Н., Кузнецов, Ю.А., Латыш, І.К. (1978)1. Кристалломорфология самородного золота из некоторых рудных районов Украины. *Известия АН СССР, сер. геол.*, 8, 73–79.

Квасниці, В.Н., Кузнецов, Ю.А., Легкова, Г.В., Шаркин, О.П. (1978)2. Особенности распределения серебра в многогранниках самородного золота. *Региональная и генетическая минералогия*. Киев: Наук. думка, 2, 40–47.

Квасниці В. М., Латиш І. К. (1996) Самородне золото України. Київ: АртЕК.

Квасниці, В.Н., Латыш, І.К., Литвин, А.Л. (1979). Особенности кристалломорфологии золота Украинских Карпат. *Материалы Комиссии минералогии и геохимии КБГА*. Киев: Наук. думка, 4, 157–162.

Квасниці, В.Н., Маметов, В.М., Лазаренко, Э.А. (1977). Кристалломорфология золота из Закарпатья (Береговский район). *Материалы Комиссии минералогии и геохимии КБГА*. Киев: Наук. думка, 3, 71–78.

Квасниці, В.М., Павлюк, О.В., Вишневський, О.А., Квасниці, І.В., Вишневський, Б.Л., Гурненко, І.В. (2015). Самородне золото із білокоровицьких протерозойських конгломератів Волині. *Записки Українського мінералогічного товариства*, 12, 103–116.

Квасниці, В.М., Підвисоцька, О.П., Легкова, Г.В., Шамина, Т.П., Баглій, В.О. (1994). До питання про мінералогічну природу археологічного золота України. *Мінерал. журнал*, 16, 5/6, 89–96.

Ковальчук, М.С., Квасниці, В.М. (1996). Незвичайний морфологічний тип золота із розсіпища поблизу рудопояву Клинці (Український щит). *Геол. журнал*, 1/2, 169–173.

Кравченко, Г.Л., Квасниці, В.Н. (1996). Золотая минерализация рудопоявления х. Садовый на р. Каратюк (Западное Приазовье). *Доп. НАН України*, 9, 114–118.

Кравченко, Г.Л., Квасниці, В.Н., Бондаренко, С.Н., Бондаренко, І.Н. (1995). Морфология и состав самородного золота Западного Приазовья. *Мінерал. журнал*, 17, 6, 25–35.

Кузнецов, Ю.А., Квасниці, В.Н., Сиденко, О.Г. (1981). Новый тип золоторудной минерализации на юге Украины. *Докл. АН УССР, сер. Б*, 6, 23–26.

Кузнецов, Ю.А., Панов, Б.С., Самойлович, Л.Г., Шаркин, О.П. (1977). Медистое золото Донецкого бассейна. *Вопросы региональной и генетической минералогии*. Киев: Наук. думка, 59–63.

Мудровська, І.В. (2000). Мінералого-генетична модель золотого зруденіння Саврансько-Синицької площі (Український щит). Автореф. дис. ... канд. геол.-мін. наук. Львів.

Нечаев, С.В. (1992). Некоторые особенности проявления золота и серебра в западной части Украинского щита. *Геол. журнал*, 4, 79–88.

Николаева, Л.А. (1978). Генетические особенности самородного золота как критерии при поисках и оценке руд и россыпей. Москва: Недра.

Новгородова, М.И. (1983). Самородные металлы в гидротермальных рудах. Москва: Наука.

Петровская, Н.В. (1973). Самородное золото. Москва: Наука.

Петровская, Н.В. (1993). Золотые самородки. Москва: Наука.

Савин, Б.М., Квасниці, В.Н., Ширинбеков, Н.К., Савина, Е.Н., Латыш, І.К. (1995). Самородное золото из вторичных кварцитов Желтореченского уран-железорудного месторождения (Криворожский бассейн). *Мінерал. журнал*, 17, 5, 3–9.

Скакун, Л.З. (1994). Мінералого-генетична модель Мужіївського золото-поліметалічного родовища (Закарпаття). Автореф. дис. ... канд. геол.-мін. наук. Львів.

Степанов, В.Б. (1993). Мінералого-геохімічні особливості золотого оруднення в доверхнепалеозойських метаморфічних образованиях Украинских Карпат (Раховское рудное поле). Автореф. дис. ... канд. геол.-мін. наук. Львів.

Щербак, Н.П., Щербак, Д.Н. (1993). Эпохи эндогенного рудопоявления в раннем докембрии. *Геол. журнал*, 1993, 5, 3–11.

Щербак, Н.П. (Ред.). (1990). *Мінерали Украинских Карпат. Простые вещества, теллуриды и сульфиды*. Київ: Наук. думка.

Kvasnytsya, V. (1999). Morphological and chemical characteristics of Precambrian native gold from the Ukrainian Shield. *Abstr. "Gold'99" (Trondheim, Norway, May 1999)*, 110–111.

References

- Bondarenko, S.M. (2009). Gold mineralization of the western part of the Ukrainian Shield. PhD Thesis. Kyiv. [in Ukrainian].

- Bondarenko, S.M. (2014). Mineralization of the Au-As type in Precambrian complexes of the Ukrainian Shield and the main factors of its localization. *Mineral. J.*, 36, 1, 59–73. [in Ukrainian].
- Bondarenko, S.M., S'omka, V.O., Grichenko, O.V. (2015). Endogenic gold in Precambrian complexes of the Volyn megablock (the Ukrainian Shield). *Proceedings of the Ukrainian Mineralogical Society*, 12, 119–131. [in Ukrainian].
- Galiy, S.A., Monakhov, V.S., Kvasnitsa, V.N. (1996). Ore formation systematics and typomorphism of minerals of gold deposits and occurrences of Ukraine. *Mineral. J.*, 18, 4, 91–103. [in Russian].
- Kovalchuk, M.S., Kvasnytsya, V.M. (1996). An unusual morphological type of gold from the placer near the Klintsy occurrence (the Ukrainian Shield). *Geol. J.*, 1/2, 169–173. [in Ukrainian].
- Kravchenko, G.L., Kvasnitsa, V.N. (1996). Gold mineralization of the Sadovy occurrence on the Karatyuk River (the Western Azov Sea). *Reports NAS of Ukraine*, 9, 114–118. [in Russian].
- Kravchenko, G.L., Kvasnitsa, V.N., Bondarenko, S.N., Bondarenko, I.N. (1995). Morphology and composition of native gold of the Western Azov Sea. *Mineral. J.*, 17, 6, 25–35. [in Russian].
- Kuznetsov, Yu.A., Kvasnitsa, V.N., Sidenko, O.G. (1981). A new type of gold mineralization in the south part of Ukraine. *Reports NAS of UkrSSR, Ser. B.*, 6, 23–26. [in Russian].
- Kuznetsov, Yu.A., Panov, B.S., Samoilovich, L.G., Sharkin, O.P. (1977). Cu-gold of the Donetsk Basin. *Problems of regional and genetic mineralogy*. Kyiv: Nauk. dumka, 59–63. [in Russian].
- Kvasnitsa, V.N. (1978). Complex twins of native gold polyhedrons. *Reports NAS of UkrSSR, Ser. B.*, 7, 587–591. [in Russian].
- Kvasnytsya, V.M. (1999). Morphogenetic classification of native gold of Ukraine. *Mineral. J.*, 21, 4, 91–98. [in Ukrainian].
- Kvasnytsya, V. (1999). Morphological and chemical characteristics of Precambrian native gold from the Ukrainian Shield. *Abstr. "Gold'99" (Trondheim, Norway, May 1999)*, 110–111.
- Kvasnytsya, V.M., Grytsyk, V.V., Bondarenko, I.M. (2001). Native gold from Kvasove and Beregy ore occurrences in the Transcarpathia. *Mineral. J.*, 23, 2/3, 5–8. [in Ukrainian].
- Kvasnytsya, V.M., Grytsyk, V.V., Legkova, G.V., Matkovsky, O.I., Latysh, I.K. (1994). About the chemical composition of native gold of the Ukrainian Carpathians. *Mineral. J.*, 16, 3/4, 89–95. [in Ukrainian].
- Kvasnitsa, V.N., Latysh, I.K. (1996). Native gold of Ukraine. Kyiv: ArtEK. [in Ukrainian].
- Kvasnitsa, V.N., Latysh, I.K., Litvin, A.L. (1979). Features of crystallography of gold of the Ukrainian Carpathians. *Materials of the Commission of Mineralogy and Geochemistry of the CBGA*. Kyiv: Nauk. dumka, 4, 157–162. [in Russian].
- Kvasnitsa, V.N., Mametov, V.M., Lazarenko, E.A. (1977). Crystallography of gold from the Transcarpathia (Beregovo district). *Materials of the Commission of Mineralogy and Geochemistry of the CBGA*. Kyiv: Nauk. dumka, 3, 71–78. [in Russian].
- Kvasnytsya, I.V., Kosovsky, J.A., Melnychuk, V.G., Matejuk, V.V. (2009). Native gold of the Western Volyn. *Proceedings of Ukrainian Mineralogical Society*, 9, 92–99. [in Ukrainian].
- Kvasnytsya, V.M., Pavlyuk, O.V., Vishnevsky, A.A., Kvasnytsya, I.V., Vysotsky, B.L., Gurnenko, I.V. (2015). Native gold from Bilokorovychi Proterozoic conglomerates of the Volyn. *Proceedings of the Ukrainian Mineralogical Society*, 12, 103–116. [in Ukrainian].
- Kvasnytsya, V.M., Podvysotska, O.P., Legkova, G.V., Shamina, T.P., Bagliy, V.O. (1994). On the mineralogical nature of the archeological gold of Ukraine. *Mineral. J.*, 16, 5/6, 89–96. [in Ukrainian].
- Kvasnitsa, V.N., Kuznetsov, Yu.A. (1977). Crystallography of gold from the Nagolnuy ridge (the Donbass). *Problems of regional and genetic mineralogy*. Kyiv: Nauk. dumka, 63–67. [in Russian].
- Kvasnitsa, V.N., Kuznetsov, Yu.A., Latysh, I.K. (1978). Crystallography of native gold from some ore regions of Ukraine. *Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR, Geol.*, 8, 73–79. [in Russian].
- Kvasnitsa, V.N., Kuznetsov, Yu.A., Legkova, G.V., Sharkin, O.P. (1978). Features of silver distribution in polyhedrons of native gold. *Regional and genetic mineralogy*. Kyiv: Nauk. dumka, 2, 40–47. [in Russian].
- Kvasnitsa, V.N., Kvasnytsya, I.V. (2010). Morphology of native gold of Ukraine. *Materials of the Russian conference devoted to the 100th anniversary of N.V. Petrovskaya*. Moscow: IGM RAS, 1, 234–236. [in Russian].
- Kvasnytsya, V.M., Kvasnytsya, I.V. (2012). The essay on mineralogical crystallography of native metals of Ukraine. *Mineral. J.*, 34, 4, 13–22. [in Ukrainian].
- Mudrovskaya, I.V. (2000). Mineralogical and genetic model of gold ores in the Savransk-Synnytsya area (the Ukrainian Shield). PhD Thesis. Lviv. [in Ukrainian].
- Nechaev, S.V. (1992). Some features of gold and silver occurrences in the western part of the Ukrainian Shield. *Geol. J.*, 4, 79–88. [in Russian].
- Nikolaeva, L.A. (1978). Genetic features of native gold as criteria for the search and evaluation of ores and placers. Moscow: Nedra. [in Russian].
- Novgorodova, M.I. (1983). Native metals in hydrothermal ores. Moscow: Nauka. [in Russian].
- Petrovskaya, N.V. (1973). Native gold. Moscow: Nauka. [in Russian].
- Petrovskaya, N.V. (1993). Golden Nuggets. Moscow: Nauka. [in Russian].
- Savin, B.M., Kvasnitsa, V.N., Shirinbekov, N.K., Savina, E.N., Latysh, I.K. (1995). Native gold from secondary quartzites of Zheltorechensky uranium-iron ore deposit (the Krivoy Rog Basin). *Mineral. J.*, 17, 5, 3–9. [in Russian].
- Shcherbak, N.P. (Ed.). (1990). Minerals of the Ukrainian Carpathians. Native elements, tellurides and sulfides. Kyiv: Nauk. dumka. [in Russian].
- Shcherbak, N.P., Shcherbak, D.N. (1993). The epochs of endogenous ore formations in the Early Precambrian. *Geol. J.*, 5, 3–11. [in Russian].
- Skakun, L.Z. (1994). Mineralogical-genetic model of Muzhiivo gold-polymetallic deposit (the Transcarpathia). PhD Thesis. Lviv. [in Ukrainian].
- Stepanov, V.B. (1993). Mineralogical and geochemical features of gold mineralization in Upper Paleozoic metamorphic formations of the Ukrainian Carpathians (the Rakhov ore field). PhD Thesis. Lviv. [in Russian].

Надійшла до редколегії 05.07.18

V. Kvasnytsya, Dr.Sci. (Geol.-Min.), Prof., Head of department,

E-mail: vmkvas@hotmail.com

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation, NAS of Ukraine

34 Palladina Ave., Kyiv, 03680, Ukraine

I. Kvasnytsya, PhD (Geol.), Assoc. Prof.,

E-mail: ikvasnytsya@gmail.com

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Institute of Geology

90 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine

NATIVE GOLD OF UKRAINE, PREREQUISITES FOR THE CREATION OF ITS CRYSTALLOGENETIC DETERMINANT

The main developments in the typomorphism of native gold from various depth and uneven-aged deposits are described briefly, and the basis for creating a native gold crystallogenic determinant of Ukraine is proposed. A significant geological material for the most known occurrences of gold mineralization in Ukraine was collected and processed, and a certain stage of studying the crystallography and chemical composition of visible native gold was completed. The crystals of native gold from the occurrences and deposits on the Ukrainian Shield, the Donbass, in the Ukrainian Carpathians and the Transcarpathia have been characterized. The methods of native gold studying, such as goniometry, scanning electron microscopy, and microprobe analysis were used. The typomorphic features of native gold from the main deposits and ore occurrences of Ukraine are determined, which can be used in the practice of predictive, geological prospecting and prospecting for gold. The native gold of the Ukrainian Shield is attributed to deep mineralization, the Ukrainian Carpathians and the Donbass - to medium-deep mineralization and the Transcarpathia - to shallow mineralization. It is shown that in Ukraine, as in other gold-bearing regions of the world, the transition from an ancient deep and medium deep mineralization to a younger near-surface mineralization increases the number of well-formed crystals of native gold and their morphology becomes more complex, individuals of isometric form are replaced by distorted crystals, the role of dendrites and complex twins increases, the grade of gold becomes lower and its heterogeneity grows, the composition and concentration of impurity elements change. The crystallography of the shallow low-grade native gold of the Transcarpathia is diverse (the Muzhiivo deposit, quartz-barite ores). Unique crystals here are complex twins of cube-octahedrons of native gold. Specificity of medium-deep medium-grade native gold from some ore occurrences of the Donbass is rhombododecahedral faceting of its crystals. Crystallography of deep high-grade native gold from deposits and ore occurrences of the Ukrainian Shield is monotonous. Research data on native gold from known deposits and ore occurrences of Ukraine are generalized and systematization of endogenous gold ore occurrences of Ukraine is made on this basis. A model of a crystallogenic determinant of native gold of Ukraine is proposed, in which the following main sections are emphasized: 1) native gold mineral associations; 2) chemical-structural and other features of gold crystals; 3) gold crystals morphology; 4) gold crystals anatomy; 5) the method and mechanism of gold crystals growth; 6) typomorphic signs of gold crystals; 7) genesis of gold. As an example, a crystallogenic determinant of native gold from the Proterozoic conglomerates of the Bilokorovychi structure on the Volyn megablock is given. The mineralogical criteria of gold mineralization are outlined and some general conclusions concerning genesis, forecast and searches of gold deposits in Ukraine are made.

Keywords: native gold, morphology, chemical composition, impurity elements, internal structure, associations, typomorphism, genesis, criteria.

В. Квасница, д-р геол.-минералог. наук, проф., зав. отделом,
E-mail: vmkvas@hotmail.com
Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семеново НАН Украины,
пр. Акад. Палладина, 34, г. Киев, 03680, Украина
И. Квасница, канд. геол. наук, доц.,
E-mail: ikvasnytsya@gmail.com
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,
УНИ "Институт геологии", ул. Васильковская, 90, г. Киев, 03022, Украина

САМОРОДНОЕ ЗОЛОТО УКРАИНЫ, ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ЕГО КРИСТАЛЛОГЕНЕТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛИТЕЛЯ

Кратко изложены основные разработки по типоморфизму самородного золота с разнотипных и разновозрастных месторождений и предложены основы для создания кристаллогенетического определителя самородного золота Украины. Сбран и обработан значительный геологический материал по большинству известных проявлений золотой минерализации Украины и завершен определенный этап изучения кристалломорфологии и химического состава видимого самородного золота. Охарактеризованы кристаллы самородного золота из проявлений и месторождений на Украинском щите, Донбассе, в Украинских Карпатах и Закарпатье. Используются методы исследования самородного золота: гониометрия, растровая электронная микроскопия и микрозондовый анализ. Определены типоморфные признаки самородного золота из основных месторождений и рудопроявлений Украины, которые можно использовать в практике прогнозных, геологопоисковых и разведочных работ на золото. Самородное золото Украинского щита отнесено к глубинному оруденению Украинских Карпат и Донбасса – к среднеглубинному оруденению и Закарпатья – к малоглубинному оруденению. Показано, что в Украине, как и в других золоторудных районах мира, при переходе от древнего глубинного и среднеглубинного оруденения к более молодому приповерхностному оруденению растет количество хорошо образованных кристаллов самородного золота и становится более сложной их морфология, индивиды изометрической формы сменяются искаженными кристаллами, возрастает роль дендритов и сложных двойников, становится ниже проба золота и растет его неоднородность, изменяется состав и концентрация элементов-примесей. Наиболее разнообразна кристалломорфология малоглубинного низкопробного самородного золота Закарпатья (Мужиевское месторождение, кварц-баритовые руды). Уникальными образованиями здесь являются пятерники кубооктаэдров самородного золота. Спецификой среднеглубинного и среднепробного самородного золота из некоторых рудопроявлений Донбасса является ромбододекаэдрическая огранка его кристаллов. Однообразной является кристалломорфология высокопробного глубинного самородного золота из месторождений и рудопроявлений Украинского щита. Обобщены данные исследований самородного золота из известных месторождений и рудопроявлений Украины, и на этой основе сделана систематика эндогенных золоторудных проявлений Украины. Предложен макет кристаллогенетического определителя самородного золота Украины, в котором акцентированы такие основные разделы: 1) минеральные ассоциации самородного золота; 2) химико-структурные и другие особенности кристаллов золота; 3) морфология кристаллов золота; 4) анатомия кристаллов золота; 5) способ и механизм роста кристаллов золота; 6) типоморфные признаки кристаллов золота; 7) генезис золота. В качестве примера приведен кристаллогенетический определитель самородного золота из протерозойских конгломератов Белоковичской структуры на Волынском мегаблоке. Указаны минералогические критерии золотого оруденения и сделаны некоторые общие выводы относительно генезиса, прогноза и поисков золотых месторождений в Украине.

Ключевые слова: самородное золото, морфология, химический состав, элементы-примеси, внутреннее строение, ассоциации, типоморфизм, генезис, критерии.