

САМОРОДНЕ ЗОЛОТО З КОРИ ВИВІТРЮВАННЯ КРИСТАЛІЧНИХ ПОРІД ЧЕМЕРПІЛЬСЬКОЇ СТРУКТУРИ

Наведено дані щодо золотоносності Чемерпільської структури (Голованівська шовна зона). У кристалічних породах золото тяжіє до кислих, менше основних порід, які зазнали гідротермально-метасоматичних змін. Мінералами-супутниками золотого зруденіння в кристалічних породах є піротин, арсенопірит, льолінгіт, халькопірит, пірит, елементами — переважно As, Bi, W і Ag. У корі вивітрювання самородне золото локалізується в середніх і нижніх горизонтах кислих і карбонатних порід. Більшість виділень його — дендрито- та грудкоподібні ксеноморфні зерна з характерною мозкоподібною, мікроглобулярною поверхнею та поліедричними наростами. Особливістю хімічного складу золота з кори вивітрювання Чемерпільської структури є незначні домішки Ag, Sb, Cu та порівняно високий вміст Hg, що може бути ознакою молоді гідротермальної діяльності у мезо-кайнозої.

Ключові слова: самородне золото, кора вивітрювання, гіпергенез, морфологія, хімічний склад.

Вивчення. Починаючи з 1960-х років у процесі геологічних знімачів і розвідувальних робіт Чемерпільську структуру разом з іншими структурами Голованівської шовної зони досліджували різні геологічні організації, з кінця 1990-х років — Правобережна геологічна експедиція (ГЕ). Дослідження проводили у межах пошукових робіт на золото. Станом на сьогодні в межах Чемерпільської структури і її облямування пробурено 29 структурно-пошукових свердловин завглибшки 270—500 м, 50 картувальних свердловин завглибшки 130 м і 281 свердловину з гідротранспортом керна (КГК), зупинену в низах кори вивітрювання. На площі структури Правобережною геофізичною партією ПДРГП «Північгеологія» проведені гравіметричні, магнітометричні та електророзвідувальні роботи масштабу 1 : 5000.

Розташування. Чемерпільська ділянка розташована на лівому березі р. Південний Буг біля с. Чемерпіль Гайворонського р-ну Кіровоградської обл. Її розмір 1,7 × 1,7 км, площа — приблизно 2,8 км².

Чемерпільська структура розміщується у центральній частині Тальнівської тектонічної зони в U-подібному зчленуванні прогинів поверхні Мохо із подвійною потужністю земної кори понад 55 км [1]. Разом із золоторудним родовищем Майське та проявами Савранським, Полянецьким, Квітка і Капустянка вона входить до складу Савранського золоторудного поля (рис. 1) [10]. Саме в районі

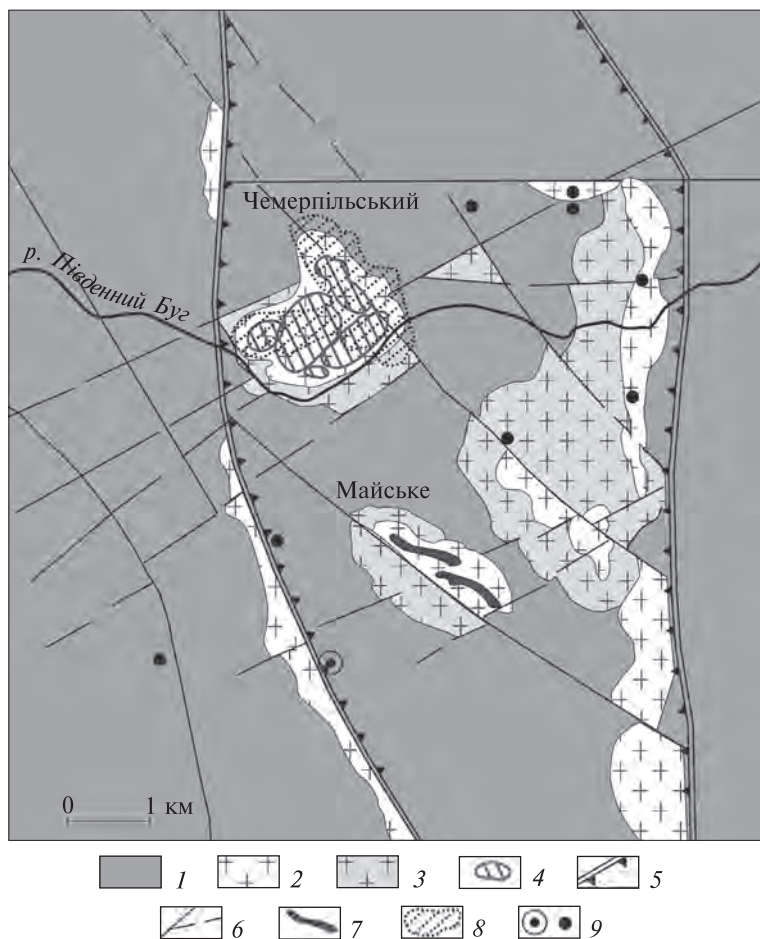


Рис. 1. Геологічна схема центральної частини Савранського золоторудного поля: 1 — метаморфіти бузької серії; 2 — гранітоїди побузького комплексу; 3 — гранітоїди бердичівського комплексу; 4 — овальні магнетитвмісні синформи Чемерпільської структури; 5 — бортові шви Тальнівської тектонічної зони; 6 — розломи вищих порядків; 7 — золоторудні зони Майського родовища; 8 — ореол корінного золота Чемерпільської структури; 9 — рудопрояви і аномалії золота

Fig. 1. Geological scheme of the central part of Savran auriferous field: 1 — metamorphic rocks of Bug series; 2 — granitoids of Pobuzkyi complex; 3 — granitoids of Berdychiv complex; 4 — oval magnetite-containing synforms of Chernopil structure; 5 — border seams of Talne tectonic zone; 6 — higher order faults; 7 — auriferous zones of Mayske deposit; 8 — basement gold halo of Chernopil structure; 9 — ore manifestations and anomalies of gold

Чемерпільської ділянки Тальнівська тектонічна зона змінює свою орієнтацію з північно-північно-західної на північно-східну. Ці дані, а також особливості регіонального гравітаційного і магнітного полів вказують на те, що знаходження тут архейської вулканогенної структури центрального типу і збагаченість її залізом і золотом є явищем не випадковим, а закономірно обумовленим складною історією геологічного розвитку цієї ділянки.

Геологічна будова. Чемерпільська структура — це закономірна структурно-геологічна асоціація восьми овальних синклінальних структур завдовжки від 120 до 700 м із крутим до субвертикального падінням крил, складених архейськими метамфітами і кременисто-карбонатними породами вулкано-

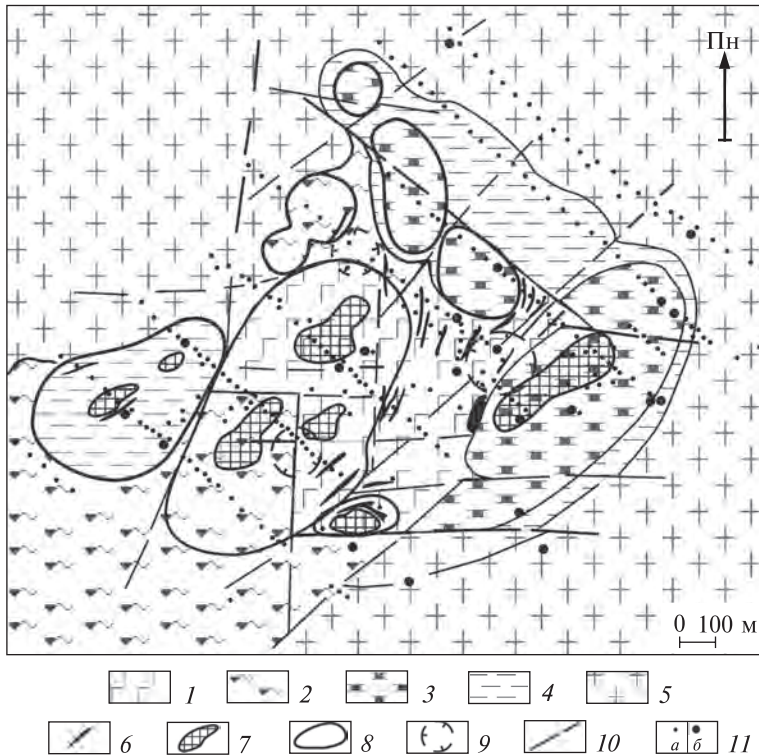


Рис. 2. Формацийно-геологічна схема Черепільської ділянки. Субстрат овальних синклінальних структур і вмислового середовища: 1 — метагабродний; 2 — метакристалосланцевий; 3 — кальцифір-кварцитовий; 4 — гнейсо-кварцитовий; 5 — гранітоїдний; 6 — лінзи (дайки?) метаморфізованих піроксенітів; 7 — магнетитові скарни, кварцити, кристалосланці з промисловим вмістом заліза; 8 — контури овальних структур; 9 — додатні гравітаційні аномалії; 10 — тектонічна зона; 11 — свердловина (а — картувальна, б — структурно-пошукова)

Fig. 2. Formation-geological scheme of Chemerpil structure. Substratum of the oval synclinal structures and their enclosing rocks: 1 — metagabbro; 2 — metaschist; 3 — quartzitic calciphyre; 4 — quartzitic gneiss; 5 — granitoid; 6 — metamorphic pyroxenite lenses (dikes?); 7 — magnetitic skarns, quartzite, schist with industrial content of iron; 8 — oval structure contour; 9 — positive gravity anomalies; 10 — tectonic zones; 11 — wells (a — mapping, b — cored)

генно-осадового походження. Ядра більшості із них містять магнетит, часто промислової концентрації. Черепільську структуру складають різноманітні супракрустальні породи. Вони, за даними Державної геологічної служби [3], належать до бузької серії палеоархею. Найпоширенішими метаморфічними утвореннями цієї структури є глиноземисті біотитові плагіогнейси зі змінним вмістом силіманіту, кордієриту і гранату, інколи ставроліту, роговообманково-біотитові плагіогнейси і амфіболіві кристалосланці, часто з піроксеном і гранатом, амфіболіти і різною мірою скарновані кальцифіри.

За уявленнями геологів Правобережної ГЕ, Черепільська структура має відносно закономірну і чітку структурно-формаційну будову. На сучасному ерозійному зрізі розміщується одна головна (Центральна) овальна синклінальна структура розміром 600 × 200 м. Вона складена переважно метамафітами і оточена сімома овальними сателітами завдовжки від 100 до 500 м, складеними переважно карбонатними і кременистими (кварцити) породами (рис. 2). У центральній частині ділянки зчленовуються головні овальні синформи. В місці

зчленування у мафітовому (метагаброїдному) субстраті розміщені пластоподібні тіла метаморфізованих піроксенітів з підвищеним вмістом титану. Можливо, це підвідні дайки головного апарату архейського палеовулкана, що підтверджується наявністю тут кільцевого гравітаційного максимуму. Хімічні особливості овальних синформ можна пояснити наявністю не одного, а декількох підвідних вулканічних каналів і їх діяльності на кількох етапах. Цим Чемерпільська структура відрізняється від 17 інших залізо-карбонатно-кременистих структур Середнього Побужжя, які складаються лише з однієї синформи, рідше лінзи.

Загалом, усі вмісні породи структури зазнали гідротермально-метасоматичних змін — передусім розкиснення під час окварцювання, мікроклінізації, ослоднення, а також діафорезу в умовах амфіболітової і епідот-амфіболітової фацій (заміщення олівину піроксенами і флогопітом, піроксенів — амфіболами, амфіболів — біотитом, силіманіту — ставролітом, розкиснення плагіоклазів тощо).

Тектонічну основу структури складають два головні розломи: Північно-Східний і Північно-Західний. Численні сателіти розломів утворюють ортогональну сітку тектонічних порушень різного порядку. Північно-Східний розлом добре фіксується в геофізичних полях і за геологічними ознаками як у Чемерпільській ділянці, так і далеко за її межами. Проте Північно-Західний розлом проявлений значно слабше, хоча його роль у локалізації золотого зруденіння більша.

Мінералізація структури. За даними Правобережної ГЕ (В.В. Кислюк), у невивітрілих породах кристалічного фундаменту Чемерпільської ділянки встановлені дві золоторудні мінералізовані зони: перша має довжину 500 м, потужність 2 м, середній вміст золота 3,1 г/т; друга представлена двома рудними тілами потужністю відповідно 0,5 і 5,0 м і з вмістом золота 7,5 і 2,0 г/т.

У зонах розвитку рудної мінералізації виявлено близько 30 мінералів, серед яких переважають піротин, арсенопірит, льолінгіт, халькопірит, пірит. У менших кількостях спостерігаються пентландит, марказит, сфалерит, кубаніт, шпінель, молібденіт. По вивітрілих породах розвиваються гематит, гетит, бравоїт, смайтит, мілерит, валеріт, макінавіт, борніт, халькозин. У рудах відзначено герсдорфіт, галеніт, самородний бісмут, бісмутині або сульфосоли бісмуту, телуриди золота або бісмуту. В зонах розвитку рудних парагенезисів і навколорудних ділянок характерні графіт і карбонати [6].

За даними термобарометричних досліджень кварцу із золоторудної зони на північно-східному фланзі Чемерпільської структури, процеси головної золоторудної стадії відбувалися за температур 430—250 °С, а процеси перетворення порід продовжувалися до 110 °С [11]. У складі мінералоутворювального середовища провідна роль належала вугільній кислоті. Тиск у рудній пачці сягав 0,35 і падав до 0,1 ГПа. Досліджено стадійність формування золотого зруденіння, яка полягає в розвитку таких етапів.

1. Передрудна лужна стадія метасоматозу з утворенням скарнів і накопиченням Mg, Fe, Mn, В, а також W, Cu, Sn, Mo за пульсаційного характеру надходження вуглеводнів, імовірно, мантіїного походження.

2. Постскарнова стадія катаклазу і амфіболізації за пониження температури і тиску, зростання P_{O_2} і в нестійких окисно-відновних умовах. При цьому накопичувався бор і, в обмежених масштабах, Ag, As, Zn, Bi; формувалися турмалінові граніти.

3. Рудна стадія — масштабне окварцювання і біотитизація гранат-амфіболових метасоматитів у стійких окиснювальних умовах з накопиченням Au, Bi, Ag, As, Zn, сульфідної і хлоридної форм ртуті.

«Валове» золото. У кристалічних породах Чемерпільської ділянки виявлено 52 зони із вмістом золота до 0,1 г/т, з них 43 зони — у свердловинах, пробу-

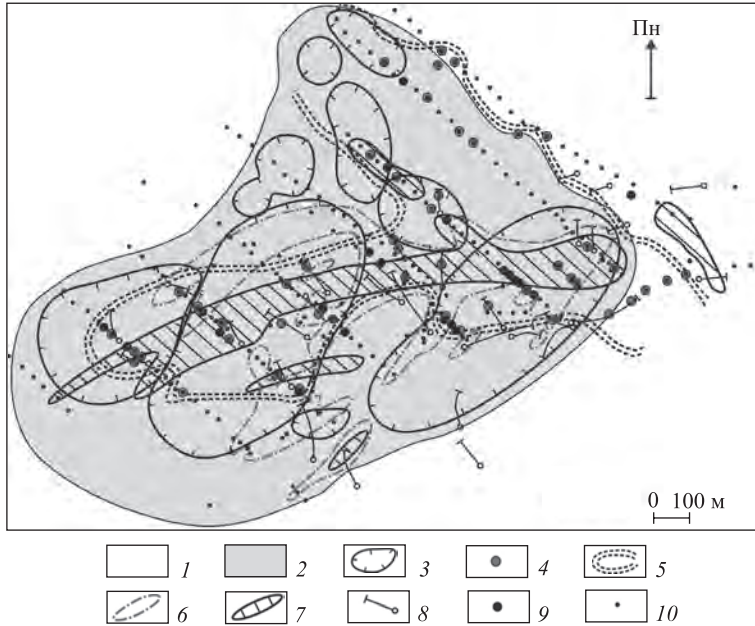


Рис. 3. Схема розміщення золотого зрудення в корінних породах Чермерпільської структури: 1 — гранітоїди бердичівського і побузького комплексів; 2 — метавулканогенно-осадові породи бузької серії; 3 — овальні синформи; 4 — прояви корінного золота; ореоли: 5 — корінного золота, 6 — арсену, 7 — бісмуту; свердловини: 8 — похилі (глибина 300—400 м), 9 — картувальні; 10 — КГК (зупинені у слабо вивітрілих породах)

Fig. 3. Scheme of gold mineralization location in bedrocks of Chemerpil structure: 1 — granitoids of Berdychivskiyi and Pobuzkyi complexes; 2 — metavolcanic-sedimentary rocks of Bug series; 3 — oval synforms; 4 — basement gold manifestations; haloes: 5 — basement gold, 6 — arsenic, 7 — bismuth; wells: 8 — inclined (depth ranges from 300 to 400 metres), 9 — mapping; 10 — with hydrotransportation of core (shutdown in weakly weathered rocks)

рених в останні 8 років під час пошукових робіт (рис. 3). Це інтервали глибин від 2—3 до 17—20 і навіть 38 м (св. 32). Найбільша кількість аномальних зон припадає на породи кислого субстрату — 56 % від усіх зон. Це калішпатизовані, окварцьовані, турмалінізовані і грейзенізовані гранітоїди, кислі гнейси, кварцити. Значно рідше, у 23 % випадків, золото концентрується в мафітах — породах піроксен-амфіболового складу. Як не дивно, виявлено лише три золоторудні зони в карбонатних породах (св. 8 і 11). Це засвідчує, що для осадження золота потрібне насамперед кисле середовище, багате на SiO_2 . В основних породах золото накопичується лише в результаті розкиснення — біотитизації, хлоритизації, розкиснення польових шпатів, окварцювання, березитизації.

Аналіз аномалій золота показує, що загалом у золотоносних кристалічних породах аномальний вміст найчастіше фіксують для As, Bi, W і Ag (60—80 % випадків), дещо рідше (30—40 %) — Sn, Pb, Cu, Li, P. Такі елементи, як Mo, Be, Ba, V, Ni, Co, рідко утворюють аномальні концентрації. При цьому різні за складом золотовмісні породи мають властиві лише їм асоціації елементів-супутників. Наприклад, найхарактерніші елементи кислих порід Bi, As, Li, Pb, W; мафітів — As, Cu, Zn, W, P; карбонатів — W, As, Mn. Щодо контрастності аномалій різних елементів As, Bi і Zn найбільші концентрації утворюють в кислому субстраті, Ag, Cu, Ni — в основному, Mn і Li (флогопіт?) — у карбонатному.

Кора вивітрювання Чермерпільської структури вивчена найкраще на вміст золота. За даними Правобережної ГЕ (В.В. Кислюк), виділено три гіпергенні золоторудні

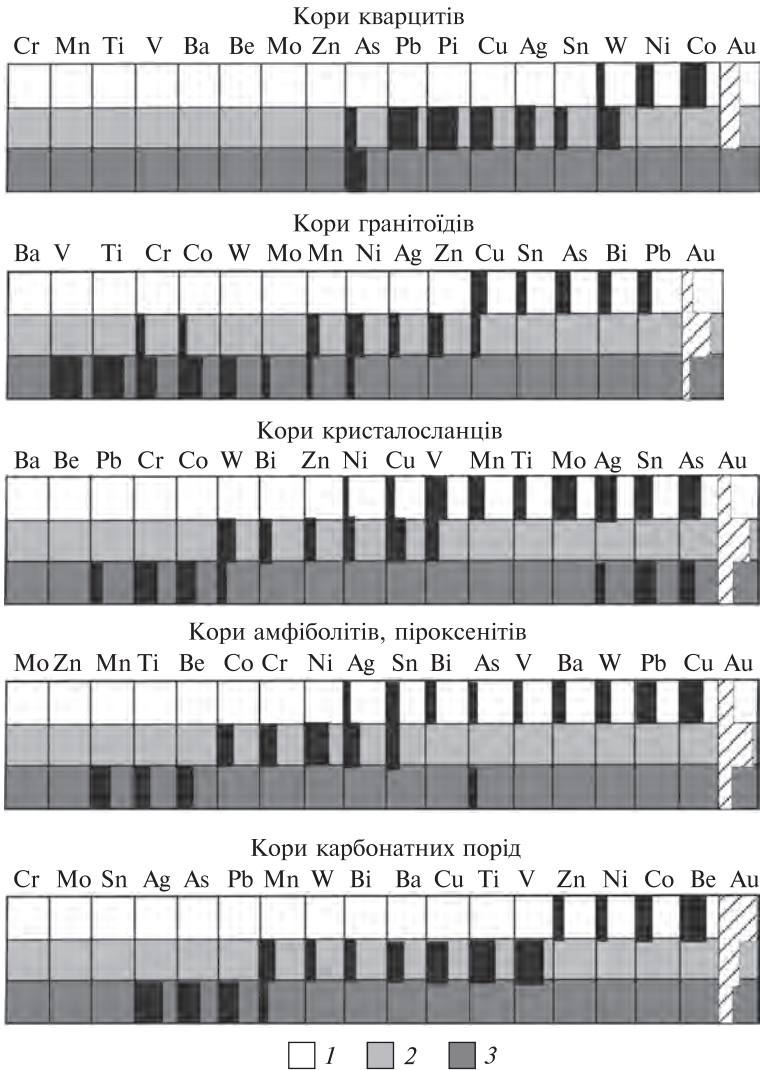


Рис. 4. Показники накопичення золота і рудогенних елементів у горизонтах кори вивітрювання Чемерпільської ділянки: 1 — приповерхневому (глинистому); 2 — проміжному (жорстк'яно-глинистому); 3 — нижньому (жорстк'яному)

Fig. 4. Indexes of gold and ore forming elements accumulation in weathering crust of Chemerpil area: 1 — near-surface (argillaceous); 2 — intermediate (gravel-argillaceous); 3 — lower (gravel)

тіла завдовжки 700—1400 м, завширшки 50—400 м і потужністю 1—7 м із середнім вмістом золота 0,44—0,54 г/т. Із 146 свердловин, пробурених на Чемерпільській структурі, золотоносна кора встановлена у 90, тобто 62 % випадків. Максимальний вміст «валового» золота зафіксовано у св. 614 — 97 г/т і св. 9872 — 4,9 г/т.

За нашими статистичними розрахунками, середній вміст золота збільшується у первинних породах кори вивітрювання у такій послідовності: кислі—основні—карбонатні—залізисто-кременисті. При цьому в кислих і субосновних первинних породах золото накопичується переважно в середніх частинах розрізів кори, а в карбонатних і кременистих породах — у середніх і верхніх (рис. 4). Із збільшенням потужності кори вивітрювання піки золото-

носних ореолів зміщуються догори, що свідчить про вплив гіпергенних процесів на міграцію золота.

Самородне золото. В корах вивітрювання фундаменту досліджуваної структури самородне золото виявлене у 59 мінералогічних пробах із 33 свердловин, становить 18 % усіх мінералогічних проб. Максимальна кількість золота в пробах із середньою масою 5—7 кг — понад 677 знаків (св. 614). Поряд із золотом у св. 614, 10 і 613 діагностовано самородну платину [7]. Високий вміст самородного золота виявлено у св. 8 (290 зн.), 9940 (91 зн.) і 2007 (52 зн.). Це вказує на його значне поширення у корах вивітрювання.

Істинні співвідношення вмісту самородного і «валового» золота досліджено лише фрагментарно. Так, за даними лабораторно-технологічних досліджень шести проб золотоносної кори вивітрювання масою від 1 до 4 кг, співвідношення між вмістом вільного і зв'язаного золота змінюється від 0,9 : 0,1 до 0,46 : 0,54. Разом з тим майже все вільне золото потрапляє до класу менше 0,05 мм (у пробах виявлено всього 5 зерен золота розміром 0,1—0,2 мм). Це зумовлює досить низьке вилучення самородного золота із концентратів — від 11 % із кори карбонатних порід до 48 % із кори кислих (кварцитів). Аналогічні дані отримані під час збагачення трьох технологічних проб золотоносної кори масою до 50 кг у лабораторії ПДРГП «Північгеологія» [2]. В результаті цих досліджень показано, що кількість золота розміром 0,1—0,15 мм становить 35 %, решта — у тонких класах.

З метою дослідження закономірностей поширення самородного золота по розрізу і в різних літологічних типах кори вивітрювання (первинні породи) ми проаналізували вибірку з 68 мінералогічних аналізів кори вивітрювання, в яких було виявлено самородне золото. З метою підвищення об'єктивності статистичних розрахунків ми свідомо не брали до уваги проби з «ураганим» (30 і більше знаків) вмістом золота, а також обмежилися не більш ніж трьома аналізами з однієї свердловини або інтервалу.

«Первинні породи». Найчастіше самородне золото спостерігається в корах вивітрювання кислих (53 % випадків) і карбонатних (40 %) порід. У корах основних порід самородне золото майже не трапляється, і це вимагає пояснення, оскільки аномалії «валового» золота з відносно високим його вмістом значно поширені в основних породах.

Різні горизонти кори вивітрювання. Загалом самородне золото тяжіє до проміжного (45 % випадків) і нижнього (37 %) горизонтів кори. Не виявлено самородне золото у поверхневих горизонтах кори основних порід, а в кислих і карбонатних частота знахідок золота становить відповідно 11 і 18 %. Ці дані в цілому збігаються із статистикою поширення «валового» золота в цих породах і горизонтах.

Поширення морфологічних відмін золота. Щодо загального об'єму дослідженого самородного золота кори, то найчастіше в пробах спостерігається золото ксеноморфної, кулькоподібної і грудкоподібної форм (53 % зерен). Інші морфологічні типи мають підпорядковане значення: пластинки — 24 %, дендрити — 13, недосконалі кристали — 10 % (рис. 5). У цілому переважають кульки, грудки і ксеноморфні зерна у верхньому горизонті золотоносної кори (70 %); у нижньому горизонті цих форм менше (45 %), проте значну роль відіграють пластинки і кристали (табл. 1). Практично усі досліджені нами кристали самородного золота несуть ознаки спотвореності. Це вказує на низькотемпературні та близькоповерхневі умови утворення.

Розподіл головних морфологічних типів золота у реліктових материнських породах такий: в корах карбонатних і особливо кислих порід грудки та ксено-

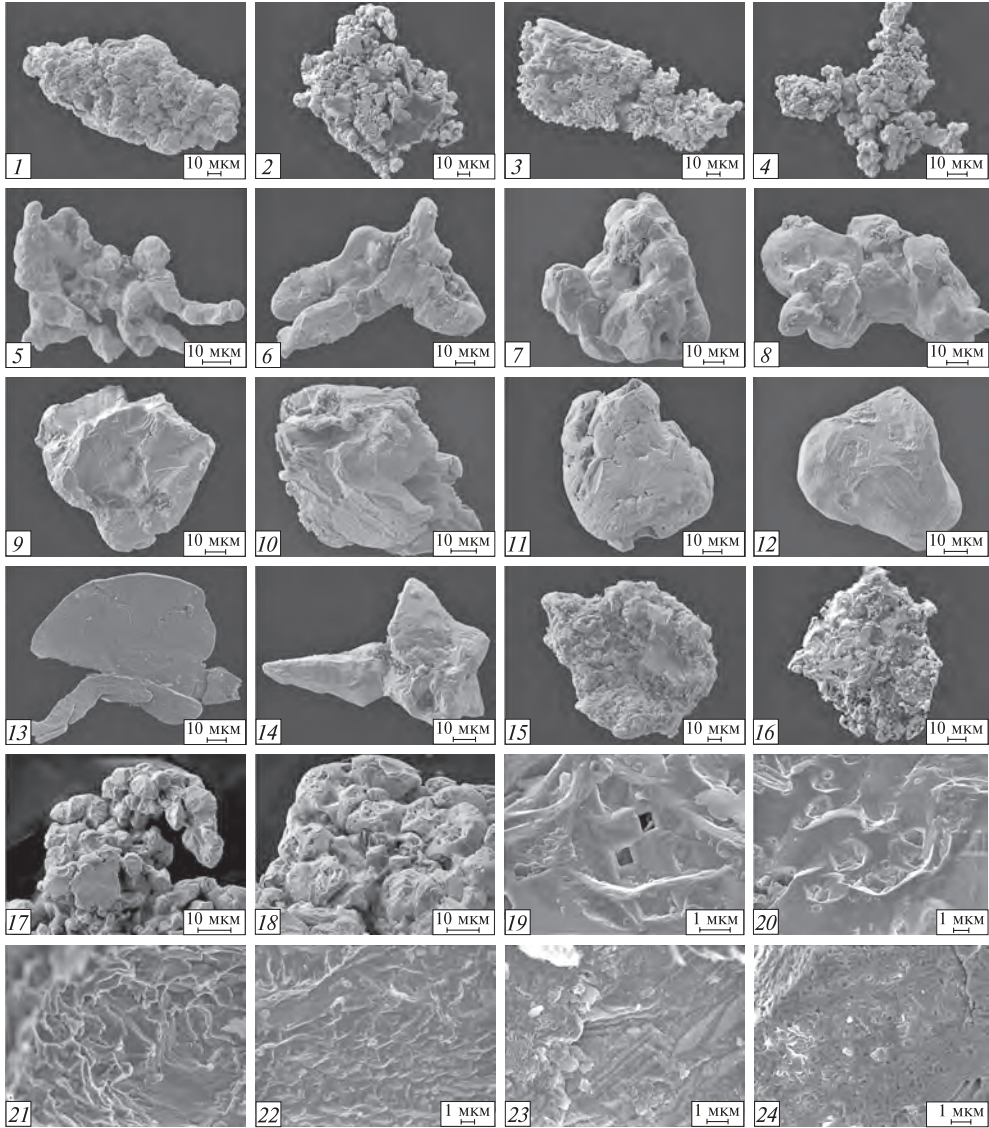


Рис. 5. Морфологія самородного золота Чермерпільської ділянки: 1—4 — сегрегаційні виділення з мозкоподібною поверхнею; 5, 6 — дендритоподібні виділення; 7, 8 — незакономірні зростки; 9, 10 — ксеноморфні виділення; 11, 12 — округлі зерна; 13 — пластинка; 14 — кристал з трикутною пірамідою; 15, 16 — грудкоподібні виділення; деталізація поверхні: 17 — добре проявлені поліедри; 18—20 — чотирикутні та п'ятикутні скульптури розчинення; 21, 22 — елементи поліцентричного нашарування; 23 — ростові скульптури; 24 — ямчасто-шарувата поверхня

Fig. 5. Morphology of native gold of Chemerpil area: 1—4 — segregated grains with globular surface; 5, 6 — dendritic grains; 7, 8 — irregular aggregates; 9, 10 — xenomorphic crystal; 11, 12 — rounded grains; 13 — plate; 14 — crystal with triangular pyramid; 15, 16 — cloddy grains; surface specification: 17 — well-marked polyhedrons; 18—20 — quadrilateral and pentagonal sculptures of dissolution; 21, 22 — elements of polycentric bedding; 23 — growth structure; 24 — pitted-bedded surface

морфні виділення трапляються відповідно в 63 і 46 % випадків, тобто значно переважають над іншими різновидами, на другому місці — пластинки, потім дендрити і кристали; у кислих і основних породах грудки тяжіють до нижнього горизонту кори, в корах карбонатів — до середнього, менше до нижнього.

Таблиця 1. Розподіл морфологічних відмін золота Чемерпільської ділянки в горизонтах кори вивітрювання, %

Table 1. The distribution of morphological types of gold Chemerpil area in weathering crust horizons, %

Горизонт	Кількість проб із золотом	Кульки, грудки, ксеноморфні виділення	Дендрити	Кристали	Пластинки
Верхній	20	70	15	5	10
Нижній	51	45	12	14	29

Цікаво, що в корах кислих порід майже всі дендрити і особливо пластинки золота утворюються в середньому горизонті. В корах карбонатних порід у цьому горизонті накопичуються переважно дендрити. Для кристалів спостерігається чітка закономірність: у корах кислих порід вони трапляються лише в нижньому горизонті, в корах основних порід — переважно в нижньому і менше в середньому, в корах карбонатних — у середньому і приповерхневому горизонтах. Таким чином, певні морфологічні різновиди тяжіють до певних материнських порід і певних горизонтів кори. Це пов'язане, на нашу думку, з різними фізико-хімічними умовами середовища (в кварцитах — кисле, в карбонатах — лужне, в мафітах — відновне), а також імовірним впливом високих концентрацій певних рудогенних елементів.

Слід звернути увагу на характер поверхні вищеописаного золота. Згідно з літературними даними, підсумовуваними Н.В. Петровською [8], золото в зонах окиснення одночасно наявне у трьох генетичних формах: реліктове, частково змінене гіпергенними процесами і гіпергенне (новоутворене). Найхарактернішими ознаками гіпергенних змін первинного золота є його «облагородження» — облямівки високопробного золота, а також зміна форми поверхні (притуплення гострих ребер, розчинення «мостиків» у скелетних зростках, утворення мікроямок та мікрогорбиків), і високопробні прожилки в зернах первинного золота. Новоутворене гіпергенне золото (губчасті часточки, землясті маси та порошокподібні налети мікронних розмірів, згідно з [8]) нами не зафіксовано у зв'язку з його розмірами. Найімовірніше, воно відходило у хвости під час підготовки проб. Найбільший відсоток знахідок ($\approx 70\%$) належить гіпергенно зміненому золоту. Найчастіше воно має вигляд мікрокристалів (октаедри, кубооктаедри) сегрегаційних виділень, а також погано розвинених мікродендритів на поверхні реліктового золота. Поверхня золотин мікрониркоподібна, субструктура наростів мікроглобулярна, характерні ростові скульптури.

Максимальний вміст самородного золота в корах вивітрювання встановлений у св. 614. Тут в жорсткій корі вивітрювання польовошпат-кварцової породи, найімовірніше турмалінового пегматоїдного граніту (турмаліну — 15,5 кг/т), в інтервалі глибин 23,0—25,0 м вміст золота становить 13,4 г/т (пробірний аналіз). З проби вилучено 677 золотин, з них 518 детально описані нами за допомогою М.П. Мазур (мінералог Правобережної ГЕ).

За даними описів, проба однорідної за мінеральним і кислої за хімічним складом породи має широкий набір морфологічних різновидів самородного золота, серед яких переважають пластинки і різноманітні дендрити. Абсолютна більшість виділень має шагреневу, зрідка дрібногорбисту поверхню та сегрегаційну будову, характерну для зон окиснення [4]. Дендрити, а особливо пласт-

Таблиця 2. Порівняльна характеристика самородного золота св. 614 з усередненими даними, Чемерпільська структура

Table 2. Comparative characteristics of native gold from well 614 with averaged data, Chemerpil structure

Морфологія зерен	Св. 614						Загалом у корах вивітрювання структури						
	Кількість зерен	%	Розмірність, %				Кількість зерен	%	У тому числі в кислих породах	Розмірність, %			
			<0,1	0,1—0,2	0,2—0,3	>0,3				<0,1	0,1—0,2	0,2—0,3	>0,3
Пластинки	169	32	8	45	25	22	57	21	20	43	51	5	1
Дендрити	168	32	1	37	33	29	39	14	13	46	40	11	3
Кристали	103	20	17	40	21	22	14	5	2	56	26	13	5
Кульки, грудки	71	14	99	1	—	—	163	60	63	87	13	—	—
Дротоподібні виділення	12	2	—	58	42	—	—	—	—	—	—	—	—
Усього	513	100					273	100					

тинчасті і скелетні зерна, містять численні поверхневі включення гідроліти і кварцу. Деяко менше включень у кристалах і пластинках. Зауважимо, що, згідно з [4], зростки золота з гідрогецитом є одним із критеріїв гіпергенного походження золота. Серед кристалів переважають різновиди із неясним габітусом, напевно, комбінованих форм. Інші форми — октаедричні і ромбододекадричні, знайдені приблизно в однакових кількостях. Розміри більшості виділень самородного золота 0,1—0,5 мм. При цьому для дендритів, пластинок і кристалів найхарактерніший розмір 0,1—0,3 мм, для кульок — менше 0,1 мм. Великі (> 0,5 мм) розміри характерні лише для скелетних дендритів.

Результати порівняння золота св. 614 із усередненими даними щодо самородного золота кори вивітрювання Чемерпільської структури наведені у табл. 2. Як видно з таблиці, морфологія і розміри зерен золота св. 614 і загалом з кори вивітрювання Чемерпільської ділянки суттєво різні. Так, у св. 614 дуже мала кількість кулястого золота і велика — кристалів та дендритів. При цьому середня розмірність усіх, крім кульок, морфологічних форм у св. 614 значно більша. Це вказує на те, що жорства турмалінового гранітоїду св. 614 містить золото переважно не гіпергенне, а залишкове. До гіпергенного компонента, можливо, слід віднести дрібне кулясте золото. Проте за даними [5], воно має приблизно однаковий хімічний склад з іншими морфологічними типами (всього 22 аналізи, з них 6 — грудкоподібного золота).

Хімічний склад самородного золота Чемерпільської ділянки. До початку наших досліджень хімічний склад золота було досліджено лише в золотинах жорст'яної кори вивітрювання св. 614 [5] — усього 28 зерен. У ході наших досліджень напівкількісним аналізом визначений хімічний склад золота із кори вивітрювання (12 свердловин) і кристалічних порід (2 свердловини), всього 128 аналізів 73 золотин. Пізніше було проаналізовано мікрозондовим аналізом 10 знаків самородного золота з корінних порід і 24 — з кори вивітрювання (табл. 3). Отже, з'явилася можливість зіставити хімічні характеристики корін-

Таблиця 3. Хімічний склад самородного золота Черепільської ділянки, за даними мікрозондового аналізу

Table 3. Chemical composition of native gold Chemerpil area, according to the data microprobe analysis

Номер проби	Au	Ag	Hg	Cu	Bi	Cd	Fe	Pt	Sb	Te
11-7-2	95,75	1,96	1,05	0,24	0,15	0,06	—	—	0,30	—
11-7-1	94,35	3,75	0,97	0,05	0,18	0,08	—	—	—	0,04
10-270-1	96,12	1,98	0,81	0,05	0,12	0,06	0,01	0,11	—	—
10-277-4	88,61	8,90	0,77	—	—	0,17	—	—	1,64	0,01
10-261-4	95,31	2,03	1,03	—	0,21	0,04	—	0,03	1,14	—
10-261-3	96,15	1,68	0,86	0,09	0,18	0,06	—	—	0,26	—
10-261-2	97,12	1,23	0,83	0,03	0,17	0,05	0,04	—	0,21	—
10-261-1	98,60	1,13	0,53	—	—	0,04	—	0,08	0,07	—
9899-9-2	97,89	0,40	0,90	—	0,18	0,00	0,01	—	0,19	—
9899-9-1	99,18	0,08	0,47	—	0,05	0,01	0,01	—	—	0,01
9940-16-1	98,44	0,44	0,29	—	0,28	0,04	—	0,03	—	—
8-37-6	98,74	0,02	0,66	—	0,23	0,01	0,01	—	—	—
8-37-5	99,25	0,01	0,74	0,02	0,11	0,02	0,02	—	0,24	—
9899-9-4	99,35	0,16	0,60	—	—	0,05	—	—	—	—
11-7-7	91,99	7,33	0,33	0,03	0,14	0,11	0,01	—	—	0,04
11-162	94,27	5,18	0,41	0,04	0,21	0,09	0,02	0,01	—	0,01
2046-56-5	99,74	0,01	0,18	—	0,16	0,02	0,02	—	—	—
2046-56-4	99,22	0,02	0,49	0,02	0,23	0,06	0,02	—	0,07	0,01
10-395	97,63	1,05	0,38	0,10	0,20	0,04	0,02	0,00	—	0,01
10-261-5	96,97	2,28	0,42	—	0,12	0,08	—	—	—	—
10-260-1	97,72	1,45	0,24	0,04	0,12	0,02	—	—	0,46	—
9899-9-3	99,11	0,05	0,50	0,01	0,11	—	—	—	0,50	0,01
9855-12-1	98,05	1,38	0,46	—	0,08	0,02	0,16	—	—	0,01
9861-33-4	99,59	0,04	0,40	—	0,23	0,01	0,05	0,02	—	0,05
9861-33-3	99,08	—	0,19	—	0,19	0,02	0,03	—	0,88	0,01
9861-33-1	99,49	0,02	0,41	0,03	0,26	0,01	—	—	—	—
9899-10-1	99,50	0,17	0,49	—	0,24	0,05	0,00	—	—	—
98100-57-1	99,70	0,20	—	—	0,23	0,03	0,00	—	—	—
8-37-3	97,98	—	1,14	—	0,12	0,02	0,04	—	0,06	—
8-37-1	96,52	0,03	1,38	—	0,11	0,01	—	—	0,37	—
9899-9-1	99,50	0,02	0,94	—	0,06	0,06	—	—	—	—
9899-9-7	96,93	0,09	0,78	—	0,13	0,03	0,01	—	0,49	—
9899-9-6	99,63	0,05	1,21	0,01	0,02	0,02	—	—	—	—
9899-9-5	99,04	0,03	1,07	0,02	0,23	0,03	—	—	0,22	—

ного і «корового» золота. Як видно з таблиці, самородне золото ділянки є досить високопробним (середній вміст Au 97,54 %) і характеризується суттєвим вмістом ртуті. У порівнянні з хімічним складом «корового» золота св. 614 із нових виявлених елементів-домішок, крім ртуті, встановлені Sb, Pt, Cd. Проте саме ртуть і платина є найцікавішими і найважливішими.

З метою виявлення відмінностей у хімічному складі самородного золота різних генетичних і морфологічних типів розраховано середній вміст елемен-

Таблиця 4. Середній вміст хімічних елементів у самородному золоті Чемерпільської ділянки, %

Table 4. Average contents of chemical elements in native gold of Chemerpil area, %

Характеристика	Кількість зерен	Au	Ag	Hg	Bi	Sb	Cd	Cu	Fe	Te	Pt	
Усе золото, у тому числі в кристалічних породах в корах вивітрювання	34	97,54	1,27	0,65	0,15	0,21	0,04	0,02	0,01	0,01	0,008	
	10	95,82	2,69	0,63	0,13	0,38	0,07	0,04	0,01	0,002	0,002	
	24	98,25	0,68	0,65	0,16	0,14	0,03	0,02	0,02	0,01	0,002	
Габітус зерен												
	ксеноморфні	13	97,6	1,19	0,64	0,16	0,17	0,04	0,03	0,02	0,01	0,003
ксеноморфні з наростами	8	98,94	0,09	0,67	0,12	0,09	0,02	0,001	0,01	0,001	—	
Поверхня зерен												
	гладка	4	97,35	1,95	0,32	0,20	0,02	0,06	0,01	0,01	0,01	0,006
	гладка з 4,5-кутними западинами	9	98,49	0,33	0,70	0,13	0,19	0,03	0,03	0,004	0,002	—
	мозкоподібна	6	98,67	0,27	0,81	0,15	0,11	0,02	0,002	0,04	0,001	—
ямчаста	2	99,56	0,03	0,81	0,14	—	—	0,03	—	—	—	

тів (табл. 4). Порівняння хімічного складу золота корінних порід і кори вивітрювання вказує на їх суттєві відмінності. Так, золото кори вивітрювання містить у 3,96 рази менше Ag, у 2,75 — Sb, у 1,94 рази — Cu; пробність золота підвищилася на 2,5 %. Згідно з численними літературними даними [8], золото в умовах гіпергенезу «очищується» від домішок, у першу чергу срібла. Цей процес відбувається насамперед у поверхневих шарах золотин.

За нашими припущеннями, на Чемерпільській ділянці у корах вивітрювання переважає реліктове, переважно ксеноморфне золото та гіпергенно змінене золото у вигляді ксеноморфних реліктових зерен з «молодими» ростовими поліедричними наростами, а «нове» — гіпергенне, ймовірно, має вигляд мікронних зерен і вимивалося під час підготовки проб, тому під бінокулярном ми його не спостерігали. Порівняння середнього хімічного складу ксеноморфного золота без наростів і таких самих зерен з наростами підтверджують ці припущення (табл. 4.). Так, у ксеноморфних зернах з кубооктаедричними наростами вміст срібла зменшений у 12,9 рази, міді — у 2,7, заліза — у 1,8, бісмуту — у 1,7 рази, хоча пробність золота підвищилася лише на 1 %.

Зроблено спробу виявити типи поверхонь самородного золота з максимальним проявленим процесом «очищення» від елементів-домішок. Згідно з даними табл. 4, найменших гіпергенних змін зазнали виділення золота з гладкими поверхнями, а найбільших — з мозкоподібною і ямчастою поверхнями. Це, хоч і на незначній кількості проб, добре фіксується великою різницею у хімічному складі золота і його головних елементів-супутників. Таким чином, можна дійти висновку, що найхарактернішими ознаками гіпергенних змін самородного золота Чемерпільської ділянки є кубооктаедричні нарости на ксеноморфних зернах з мозкоподібною і ямчастою поверхнями.

Важливою ознакою самородного золота ділянки є наявність у ньому платини. Раніше субмікроскопічні зростання золота і платини були виявлені в ок-

ремих зернах золота св. 614 [9], хоча в хімічних аналізах золота платина не зафіксована. У 2009 р. пластинки самородної платини виявлені у сульфідизованому амфіболіті св. 10 [7]. Як видно з табл. 3, самородне золото св. 10, але з інших інтервалів (3 проби), містить платину у кількості до 0,11 %. Вона зафіксована як домішка в золоті ще у 3 свердловинах, що вказує на значне поширення платини у вигляді як домішок у золоті, так і самостійних виділень у породах Чемерпільської ділянки.

В золоті Середнього Побужжя зафіксовано високий вміст ртуті (до 1,4 %). Це єдиний елемент, який збільшує свій вміст у «коровому» золоті у порівнянні з корінним (див. табл. 4). Особливо чітко це фіксує зіставлення середнього вмісту ртуті у звичайних ксеноморфних (0,64 %) і ксеноморфних з гіпергенними наростами зернах (0,67 %). Ще більша різниця вмісту ртуті спостерігається між зернами з гладкою поверхнею (0,32 %) і гіпергенно зміненими мозкоподібною (0,81 %) і ямчастою (0,81 %) поверхнями. Як відомо, золото із ртуттю легко утворює амальгами, в яких ці метали мають високу леткість [9]. Спосіб перенесення золота у парах ртуті є найпростішим і не потребує хімічних реакцій золота з рудним флюїдом. Ці дані дають змогу висунути тезу про активну участь ртуті у молодих гіпергенних процесах і ймовірну низькотемпературну гідротермальну діяльність у мезо-кайнозої. Тісний зв'язок ртуті й самородного золота дає змогу обґрунтовувати доцільність широкого застосування газортутного методу пошуків на перспективних площах і ділянках.

Висновки. Найбільш збагаченими на золото породами в межах досліджуваної ділянки є калішпатизовані, окварцовані, турмалінізовані і грейзенізовані гранітоїди, кислі гнейси та кварцити. Найхарактернішими мінералами-супутниками золотого зруденіння є піротин, арсенопірит, льолінгіт, халькопірит і пірит. Аномалії золота в кристалічних породах найчастіше супроводжуються елементами As, Bi, W і Ag, в корах вивітрювання — переважно елементами Ag, Zn, Ni, Bi, As, Be. Самородне золото найчастіше трапляється у проміжному та середньому горизонтах кори вивітрювання. Морфологія золота в корах вивітрювання досить різноманітна, проте переважають дендрити, сегрегаційні виділення та ксеноморфні зерна з характерною мікрониркоподібною, мікроглобулярною поверхнею та поліедричними наростами новоутвореного золота.

За хімічним складом золото з кристалічних порід і кори вивітрювання є досить високопробним і містить ртуть. При цьому золото з кори вивітрювання порівняно із золотом із кристалічних порід містить у 3,96 рази менше Ag, у 2,75 — Sb, у 1,94 рази — Cu; пробність збільшується на 2,5 %. Це вказує на очищення золота в процесі гіпергенезу. Лише ртуть збільшує свій вміст у золоті на відміну від інших елементів-домішок (до 1,4 %). Це може бути ознакою молодої гідротермальної діяльності у мезо-кайнозої.

З урахуванням того що більша частина золота Чемерпільської структури знаходиться в тонких класах, видобування його поки що є нерентабельним, проте в майбутньому золото цієї структури, безумовно, становитиме значний інтерес.

Автор висловлює щире подяку геологам Правобережної ГЕ В.В. Кислюку і В.М. Павлюку за наданий геологічний матеріал і консультації під час підготовки статті.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гурский Д.С., Еситчук К.Е., Калинин В.И. и др. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Металлические полезные ископаемые. — Киев; Львов: Центр Европы, 2005. — Т. 1. — 783 с.
2. Кислюк В.В., Звенигородська Т.М. Технологічна характеристика золотовмісних кір вивітрювання Чемерпільського рудного прояву (Савранська металогенічна зона) // Геологія і генезис рудних родовищ України: сучасний стан, нові підходи, проблеми і рішення. Матеріали наук.-техн. наради, м. Київ, 27—29 квіт. 2004 р. — К., 2004. — 233 с.
3. Клочков В.М. Державна геологічна карта України: Масштаб 1 : 200 000. Центральнo-укр. сер. Арк. М-36-XXXI (Первомайськ). Поясн. зап. — К., 2005. — 174 с.
4. Латыш И.К. Атлас морфології структур і асоціацій самородного золота України. — Киев: Наук. думка, 1989. — 29 с.
5. Металіді В.С., Кислюк В.В., Павлюк В.М. та ін. Самородне золото і платина Чемерпільського рудопояву (Український щит) // Мінерал. журн. — 1999. — Т. 21, № 5/6. — С. 11—18.
6. Нечаев С.В., Бондаренко С.Н., Семка В.А., Бугаенко В.Н. Золоторудная минерализация Среднего Побужья // Докл. АН Украины. — 1992. — № 3. — С. 67—69.
7. Павлюк О.В., Квасниця В.М., Кислюк В.В., Павлюк В.М. Самородна платина Чемерпільської структури (Середнє Побужжя) // Мінерал. журн. — 2010. — Т. 32, № 1. — С. 50—56.
8. Петровская Н.В. Самородное золото. — М.: Наука, 1973. — 330 с.
9. Степанов В.А., Берзон Р.О., Никольская С.Б. Состояние поисковых ртутнометрических работ на золото // Геологические методы поисков, разведки и оценки месторождений металлических полезных ископаемых: Обзор ВИЭМС, МГП «Геоинформмарк». — М., 1991. — Вып. 5. — 41 с.
10. Строение земной коры и верхней мантии Центральной и Восточной Европы / Под ред. В.Б. Соллогуба. — Киев: Наук. думка, 1978. — 272 с.
11. Яроцук М.А., Снежко А.М., Терещенко С.И. и др. Физико-химические условия формирования Чемерпольского золотопроявления в Побужье // Мінерал. журн. — 1996. — Т. 18, № 6. — С. 69—80.

Надійшла 11.05.2012

А.В. Павлюк

САМОРОДНОЕ ЗОЛОТО ИЗ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ
КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОД ЧЕМЕРПОЛЬСКОЙ СТРУКТУРЫ

Приведены сведения о золотоносности Чемерпольской структуры (Голованевская шовная зона). В кристаллических породах золото тяготеет к кислым, менее — к основным породам, которые подверглись гидротермально-метасоматическим изменениям. Минералами-спутниками золотого оруденения в кристаллических породах являются пирротин, арсенопирит, леллингит, халькопирит, пирит, элементами — преимущественно As, Bi, W и Ag. В коре выветривания самородное золото локализуется в средних и нижних горизонтах кислых и карбонатных пород. Большинство его зерен представлено дендрито- и комковидными ксеноморфными разновидностями с характерной мозговидной, микроглобулярной поверхностью и полиэдрическими наростами. Особенность химического состава золота из коры выветривания Чемерпольской структуры — незначительные примеси Ag, Sb, Cu, а также сравнительно высокое содержание Hg, что может быть признаком молодой гидротермальной деятельности в мезо-кайнозое.

Ключевые слова: самородное золото, кора выветривания, гипергенез, морфология, химический состав.

O.V. Pavliuk

NATIVE GOLD FROM THE WEATHERING CRUST
OF CRYSTAL ROCKS CHEMERPIL STRUCTURE

The data on the gold of Chemerpil structure (Golovan seam zone) are presented. Chemerpil structure is located in the central part of Talne tectonic zone. It is an association of eight Archaean volcanic-sedimentary structures. Chemerpil structure consists of different volcanic-sedimentary rocks of Paleoarchaean Bug series. Almost all rocks types of the structure were changed by hydrothermal-metasomatic processes. Tectonic basis of Chemerpil structure consists of two major faults: Northeastern and Northwestern. Northwestern fault played a greater role in the localization of gold mineralization.

In the unweathered rocks of crystalline basement two gold mineralized zones were established with an average gold content of 4.75 g/t. Pyrrhotite, arsenopyrite, lollingite, chalcopyrite and pyrite dominate among the ore minerals in auriferous zones. The auriferous crust was established in 90 from 146 wells. It represents 62 % of cases. Native gold was detected in 59 samples of mineralogical probes from 33 wells drilled in the weathering crust. Native gold is frequently found in the weathering crust of acid (53 %) and carbonate (40 %) rocks and tends to intermediate (45 %) and lower (37 %) horizons of the crust.

The most often fixed gold forms are xenomorphic, globular and cloddy (53 % of grains). Other morphological types have subordinate value: plates — 24 %, dendrites — 13 %, imperfect crystals — 10 %. Almost all investigated native gold crystals have the marks of deformation. This indicates the low-temperature conditions and near-surface formation.

According to our assumptions relic gold and hypogene-modified gold predominate in weathering crust of Chemerpil area. The most often fixed form of relic gold is xenomorphic. The hypogene-modified gold has a form of xenomorphic grains with «young» polyhedral outgrowth on its surface. The «new» hypogene gold probably has the form of micron grains. It is washed out at the preparation of samples. The gold surface is reniform, substructure of outgrowths is microglobular and it is typical growth sculptures.

The chemical composition of gold from weathering crust is very high-standard (the average content of Au is 97.54 %) and is characterized by a significant content of mercury. Gold from the weathering crust, unlike gold bedrock, contains 3.96 times less Ag, 2.75 — Sb, 1.94 — Cu; fineness of gold increase by 2.5 %. The cleaning process of gold in hypogene conditions occurs mainly in the surface layers of grains. An important feature of native gold is the presence of Pt (up 0.11 %) in it. It is fixed in the form of impurities in gold from 4 wells. Also essential feature of the studied gold is high content of Hg (up to 1.4 %). This allows us to put forward a hypothesis of its active participation in young hypogene processes and probable low temperature hydrothermal activity in the Meso-Cenozoic.

Whereas that most of the gold of Chemerpil structure is in the finest forms, its extracting is still unprofitable. But in the future of this structure gold will certainly be of a significant interest.

Keywords: native gold, weathering crust, hypogene, morphology, chemical composition.