

УДК 553.411.06.5:556.53(477.8)

**ТРАНСФОРМАЦІЯ МОРФОЛОГІЇ РОЗСИПНОГО ЗОЛОТА  
В СУЧАСНИХ ВОДОТОКАХ  
БАСЕЙНУ РІЧОК ЧОРНИЙ ТА БІЛИЙ ЧЕРЕМОШ**

**Л. Фігура**

*Інститут геологічних наук НАН України  
01054 м. Київ, вул. Олесь Гончара, 55б  
www.igs-nas.org.ua*

Простежено трансформацію морфології зерен золота в річкових долинах та з'ясовано чинники, що її визначають. Виявлено зміну обкатаності самородного золота залежно від розміру, форми та дальності перенесення металу. Досліджено перетворення внутрішньої будови золотин під час алювіального процесу та зроблено висновки про умови транспортування самородного золота.

*Ключові слова:* розсипне золото, морфологія, алювіальний процес, сучасні водотоки, Чорний Черемош, Білий Черемош, Українські Карпати.

Не викликає сумнівів, що переважна маса золота потрапляє в розсипи з рудних родовищ, зберігаючи первинні особливості. Річкові водотоки, у які потрапляє золото, значно впливають на перенесення, розсіяння і концентрацію золота, під час переміщення водою метал зазнає численних і різноманітних змін унаслідок впливу на нього механічних, хімічних та електрохімічних чинників. Золото механічно зношується, зазнає пластичних деформацій, зменшується (або збільшується) в розмірах, ущільнюється, вивільняється від різних мінералів та органічних облямівок, що покривають його поверхню, або набуває їх, змінюється зовнішньо і внутрішньо, самоочищається, розчиняється та “народжується” знову.

Простеження змін морфології важливе для розуміння процесу міграції золотинок під час алювіального седиментогенезу, інтерпретації морфології золота в разі вирішення фундаментальних і прикладних питань геології розсипів. З огляду на це особливості морфології та внутрішньої будови розсипного золота – це не тільки важлива генетична ознака для характеристики рудоутворювальних процесів та з'ясування рудноформацийної належності мінералу, а й показник дальності та умов транспортування мінералу (ступінь механічного зношення, сплосченість, деформація золотинок, розвиток структур пластичних деформацій), періодів спокою (розвиток високопробних облямівок, структур рекристалізації), повторної міграції золота після періоду спокою (ущільнення високопробних облямівок, повторні структури деформації золотинок та рекристалізованого золота, поява ліній ковзання, видовження, розпадання зерен тощо).

Трансформація форми розсипного золота відбувається під час віддалення його від корінних джерел і залежить від фізико-хімічних властивостей мінералів, що містять золото або утворюють з ним зростки, а також від первинної морфології золотинок, гід-

рологічного режиму водного потоку, дальності перенесення, фізичних властивостей порід плотика та кластичного матеріалу, що його переносить водний потік, тощо [1, 4].

Протягом перших декількох кілометрів транспортування в річковій системі більша частина золота вивільняється від мінералів-в'язнів (зростків). Залежно від складу руд, початкових розмірів і форми золотинок, кліматичних умов, швидкості переміщення, складу кластичного матеріалу, а також тривалості міграції вивільнення золота від мінеральних зростків відбувається раніше або пізніше. Найважче вивільняються від мінеральних зростків золотинки складної форми (комірчастої, петельчастої, губчастої, амбоподібної, а також пластинчасті та кристалічні каркаси й частинки з неправильними відростками). Порівняно легко відокремлюється від кварцово-жильної маси золото, розмір якого перевищує 0,25 мм. Значно важче цей процес відбувається для золота менших розмірів. Максимальні розміри зерен простежені протягом перших кілометрів від джерела живлення, потім вони різко зменшуються вниз за течією внаслідок динамічного сортування та механічного подрібнення більших золотинок. Зазначимо, що розмір золота в розсипах визначений, по-перше, вихідними розмірами мінералу, який потрапляє в водну артерію; по-друге, – динамічним сортуванням металу, що залежить від його фізико-хімічних особливостей, умов транспортування, складу кластичного матеріалу тощо; по-третє, – перебігом постседиментаційних процесів, які зумовлюють розчинення, міграцію, концентрацію, укрупнення, гравітаційний перерозподіл золота та ін.

Золото ближнього знесення лише в окремих випадках механічно деформоване, переважно воно тривимірне, має складні контури, часто з численними виступами. Перетворення золотин у витягнуті й ізометричні відбувається вже за декілька кілометрів транспортування. Первинні контури перетворюються внаслідок легких протрузій разом зі згладжуванням, розчиненням кутів і виступів. Абразія країв і виступів золота починається від початку його транспортування в річковій системі. Ступінь механічних деформацій золота залежить від його форми, розміру і складу кластичного матеріалу. Найменше деформуються грудкоподібні й ізометричні зерна золота. Найбільшого ступеня трансформації зазнає золото каркасної, скелетної і складної форм, з тонкими відгалуженнями й виступами. Ступінь механічного зношування зростає зі збільшенням розміру золотинок. Проте їхня обкатаність не залежить від відстані до джерела живлення, оскільки велике золото зазнає абразії ще на місці утворення. Для золота менших розмірів ступінь механічного зношення зростає зі збільшенням відстані до джерела живлення. Протягом перших десяти кілометрів транспортування ступінь обкатаності золота незначний. Швидкість абразії золотинок зростає завдяки збільшенню розміру уламків порід і мінералів, що супроводжують їх під час перенесення, а також унаслідок зростання швидкості перекошування зерен. Переважання валунно-галькового та гравійно-галькового алювію в досліджуваному районі підвищує ступінь механічного зношування зерен золота.

Процес сплюснення зерен золота протягом перших 10–15 км транспортування надзвичайно слабкий. Приблизно після 20 км транспортування кількість сплюснених золотин збільшується, причому їхній розмір зменшується внаслідок абразії, сплюснення, загинання країв золотин або зменшення (зношення) мінералу під час транспортування. У розсипах помірного знесення різко зменшується кількість золота в зростках з іншими мінералами. Зафіксовано зменшення двовимірних форм. На цьому проміжку збільшується кількість обкатаних, ізометричних і видовжених золотинок.

Найінтенсивніше процес сплющення частинок золота виявляється під час дальнього перенесення. Для золота характерне механічне загинання країв, скручування, що перешкоджає подальшому транспортуванню металу. Механічне загинання країв золота зафіксовано на відстані понад 40 км від корінних джерел. Кількість золотинок із загнутими краями збільшується вниз за течією. Виявлено золотини, які зазнали багаторазового механічного загинання країв, повторного сплющення та повторного потовщення (внаслідок перегинання повторно сплющеної золотинки) [3]. І хоча повторне сплющення після загинання країв золотинок переважно знищує сліди загинання, його можна розпізнати за певними морфологічними ознаками (збереження шарнірів загинання, які представлені майже прямими краями на дискоїдах та еліпсоподібних золотинах, та ін.) [3]. Зміна морфології золота в алювії річок Чорний і Білий Черемоші відбувається за наведеним механізмом, однак через те, що річки мають різну довжину, остаточний результат різний. Зокрема, в алювії р. Чорний Черемош після впадіння струмка Ільця часто трапляються золотини з загнутими краями, а також сигароподібні золотини, які обгорнуті лускоподібними, тоді як у нижній течії р. Білий Черемош виявлено лише золотини з незначними перегинами та поодинокі зерна з загнутими краями.

Зміна морфології зумовлена також гранулометриєю і первинною морфологією золота. Розмір зерен золота в Білому й Чорному Черемошах неоднаковий. У верхів'ях р. Білий Черемош переважають зерна розміром 0,25–0,30 мм (до 75 %), і порівняно мало золотинок розміром понад 1 мм (3–7 %). В окремих ділянках зафіксовано порівняно значний вміст золотин, розмір яких перевищує 1 мм (27,0–36,5 %). Досить різко відрізняється за розміром золото р. Чорний Черемош. Тут переважають золотинки розміром понад 1 мм (52–67 %), і дуже мало зерен <0,5 мм. Униз за течією розмір золота в обох річках дещо зменшується.

Ступінь обкатаності золотин Чорного й Білого Черемошів залежить як від форми і розміру зерен, так і від місця перебування вздовж річки. У дрібній фракції (0,25 мм) черемоське золото представлене видовженими, рідше ізометричними пластинами або видовженими сплющеними зернами. Більшість має неправильну дротико- чи амебоподібну форму. Максимальне видовження досягає 4. У фракції 0,25–0,50 мм переважає пластинчасте золото. Його форма переважно неправильна: пелюстко-, човнико-, гачкоподібна. Інколи трапляються пластинки з правильними обрисами (квадратні, прямокутні й ромбоподібні). Загалом рідкісні стовпчасті й ізометричні зерна характерні, головню, для верхів'їв описуваних річок, у середній течії р. Чорний Черемош вони дуже рідкісні. Поверхня такого золота ямкова з заглибленнями. Деякі золотини мають подряпини, які є наслідком транспортування. Обкатаність мінералу низька до середньої. У фракції 0,5–1,0 мм золото представлене, головню, пластинками різноманітної форми (округлої, човнико-, палянице-, гачкоподібної). Поодинокі зерна мають ромбоподібні обриси. Інколи трапляються грибоподібні і скелетні форми. Поверхня пластинчастого золота нерівна, шорстка, подекуди зі слідами подряпин. Обкатаність від середньої до доброї.

У фракції >1,0 мм наявне золото лише пластинчастої форми. Пластинки різної товщини і форми, окремі з них зігнуті й зім'яті. Ступінь обкатаності високий.

Аналіз просторової зміни ступеня обкатаності золотин засвідчив, що для верхів'їв характерний низький ступінь обкатаності і переважання золотин тривимірних форм. У нижній течії золотини переважно двовимірні, пластинчасті. Отже, униз за течією морфологія золота спрощується, що пов'язано з особливостями транспортування мінералу

(зерна двовимірних форм мобільніші у водному потоці й переносяться на значно більші відстані) [6].

Зміна складу золота пов'язана з глибоким перетворенням у розсипах тонких периферійних зон золотинок [2, 5], де наявні ознаки гіпергенних змін у вигляді високопробних прожилків і тонких спорадичних облямівок, які свідчать про періоди вилучення мінералу з процесу седиментогенезу (консервація в нерівностях плотика, де й відбувалося наростання високопробних облямівок). Межа високопробної оболонки і первинного незміненого зерна корозійна, а високопробної оболонки та рекристалізованих зерен, що розташовані всередині первинних, – прямолінійна, без ознак корозії. На деяких золотинах зафіксовано сліди стирання й ущільнення облямівок, які доводять їхнє повторне залучення до процесу седиментогенезу.

Зміна морфології золота в розсипах пов'язана також з утворенням так званого нового золота (на окремих ділянках розсипу інколи бувають умови, які сприяють повторному “народженню” золота). Сприятливі умови – це наявність легкорозчинного пилюватого й тонкодисперсного золота, значне насичення металом розчинів, які циркулюють у розсипах, та наявність геохімічних бар'єрів (дефекти кристалічної ґратки в розсипному золоті, наявність у відкладах гідроксидів заліза, мангану, сульфідів тощо, плотик, що складений вуглецевісними та карбонатними породами, та ін.). На етапах вилучення золота з процесу седиментогенезу формування “нового” золота можливе завдяки дифузійним процесам у самому золоті.

Отже, аналіз трансформації розсипного золота з алювію річок Чорний та Білий Черемоші та їхніх приток дає змогу зробити такі висновки.

Самородному золоту з алювію річок Чорний та Білий Черемоші та їхніх приток притаманна значна трансформація форми, міроморфології поверхні тощо.

Ступінь механічного зношування, сплюсненість, деформація золотинок, розвиток структур пластинчастих деформацій свідчать про значний термін перебування золота у водно-динамічному середовищі (у сучасному алювії або/чи в річкових палеодолинах, давньому морському басейні).

У верхів'ях річок золото ще повністю зберігає ознаки рудного.

Значна частина розсипного золота має форму, набуту за екзогенних умов. Зокрема, дртоподібні форми та видовжені п'ятітники набули форми видовжених пластинок, кубооктаедри – сплюснених грудок, дискоїдів, гантелеподібні зростки кубооктаедричних кристалів – гантелеподібних дртоподібних утворень, гантелеподібних пластинок, спотворені кристали – три-, чотири-, шестикутних пластинок, плескаті безстовбурні дендрити стали товстопластинчастими індивідами з мереживними зрізаними краями.

Униз за течією зерна золота вивільняються від мінеральних зростків, морфологія золота змінюється внаслідок механічної взаємодії з кластичним матеріалом алювію. Це виявляється у переході від три- до двовимірних форм, появи механічних шрамів, сплюсненні, розвальцюванні, загинанні та скручуванні мінералу, зменшенні розміру зерен.

Набуття золотом двовимірних (пластинчастих, табличчастих, лускоподібних) форм та зменшення його розміру сприяє зростанню мобільності мінералу у водному потоці та перенесенню його на значні відстані.

Уже екзогенно трансформоване золото безпосередньо надходить в алювії з проміжних колекторів (куди воно потрапило безпосередньо з рудних тіл або з давніших проміжних колекторів), унаслідок чого мінерал переміщується з давніших стратиграфічних рівнів на молодші.

Наявність у золоті високопробних облямівок і структур рекристалізації свідчить про періоди спокою (консервації в алювії), під час яких золото вилучалося з процесу седиментогенезу.

Ущільнення високопробних облямівок, повторні структури деформацій золотинок та рекристалізованого золота, поява ліній ковзання, видовження і розпадання зерен тощо є свідченням повторної міграції золота після періоду спокою, тобто розмивання вже сформованих відкладів (унаслідок зміни базису ерозії, спричиненої неотектонічними рухами), що позначилось на будові алювію та появі річкових терас.

Виявлення в алювії новоутвореного золота є доказом наявності золотовмісних водорозчинних розчинів, міграції золота в розчинній формі, значних періодів консервації золота в алювії, а також процесів вторинного золотого збагачення в ділянках денудації.

Отже, трансформація форми і морфології поверхні золота в процесах алювіального седиментогенезу є важливим чинником для розуміння процесу міграції золотинок під час алювіального процесу, а також для інтерпретації морфології золота в разі вирішення питань геології розсипів. Тому особливості морфології та внутрішньої будови розсипного золота – це не тільки важлива генетична ознака для характеристики рудоутворювальних процесів та з'ясування рудно-формаційної належності мінералу, а й показники дальності та умов транспортування мінералу, наявності періодів спокою, повторної міграції золота після періоду спокою, тобто слугують для реконструкції палеогеографічних умов.

Практичне значення дослідження трансформації морфології золота полягає в тому, що в разі наявності в розсипі сплюснених, перегнутих, трубчастих золотинок, а також золота з загнутими, скрученими краями корінні джерела золота поблизу шукати марно. Корінні джерела такого золота розташовані далеко, або ж воно надійшло з проміжних колекторів, які, до речі, треба шукати в безпосередній близькості від розсипу.

1. Горбунов Е.З. К вопросу о дальности переноса золота от коренных источников // Сов. геология. 1959. № 6. С. 98–105.
2. Квасниця В.М., Грицик В.В., Легкова Г.В. Про хімічний склад самородного золота Українських Карпат // Мінерал. журн. 1994. Т. 16. № 3–4. С. 89–95.
3. Ковальчук М.С. Трансформація морфології золота в процесі алювіального седиментогенезу (на прикладі Карпатського регіону) // Сучасні проблеми літології. Львів, 2000. С. 37–38.
4. Латыш И.К. Атлас морфологии структур и ассоциаций самородного золота Украины. Киев: Наук. думка, 1984. 295 с.
5. Петровская Н.В. Самородное золото. М.: Наука, 1973. 347 с.
6. Фигура Л.А. Изменение морфологии россыпного золота из аллювиальных отложенный рек Чивчинского района Украинских Карпат // Тектоника, минерагения, минеральные ресурсы. Киев, 2005. Т. 2. С. 161–164.

**TRANSFORMATION OF THE PLACER GOLD MORPHOLOGY  
IN THE MODERN BASINS OF CHORNYI AND BILYI CHEREMOSH RIVERS  
(UKRAINIAN CARPATHIANS)**

**L. Figura**

*Institute of Geological Sciences of NASU  
O. Honchar St. 55b, UA – 01601 Kyiv, Ukraine  
www.igs-nas.org.ua*

The change of morphology for the grains of gold in the river valleys (basins) has been observed, and factors determining it have been established. The changes of native gold roundness due to the size, shape and the distance of metal transferring have been identified. The changes of the inner structure of gold pieces during alluvial process have been studied. The conclusions about native gold transferring conditions are presented.

*Key words:* placed gold, morphology, alluvial process, modern streams of water, Chornyi (Black) Cheremosh, Bilyi (White) Cheremosh, Ukrainian Carpathians.

**ТРАНСФОРМАЦИЯ МОРФОЛОГИИ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА  
В СОВРЕМЕННЫХ БАСЕЙНАХ РЕК ЧЕРНЫЙ И БЕЛЫЙ ЧЕРЕМОШИ**

**Л. Фигура**

*Институт геологических наук НАН Украины  
01601 г. Киев, ул. Олесь Гончара, 55б  
www.igs-nas.org.ua*

Прослежена трансформация морфологии зерен золота в речных долинах и выяснены факторы, определяющие ее. Установлены изменения окатанности самородного золота в зависимости от размера, формы и дальности переноса металла. Исследованы преобразования внутреннего строения золотин в ходе аллювиального процесса и сделаны выводы об условиях транспортировки самородного золота.

*Ключевые слова:* россыпное золото, морфология, аллювиальный процесс, современные водотоки, Черный Черемош, Белый Черемош, Украинские Карпаты.

Стаття надійшла до редколегії 20.07.2010

Прийнята до друку 21.10.2010