

---

**М.О. Маслаков, В.В. Іванченко, А.С. Ільїна**

ДНУ «Відділення морської геології та осадового рудоутворення НАН України», Київ

## **ТОНКЕ ТА ДИСПЕРСНЕ ЗОЛОТЕ ЗРУДЕННЯ НА ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОМУ УЗБЕРЕЖЖІ ЧОРНОГО МОРЯ**

*Вивчено золото з прибережно-морських і річкових відкладів на північно-західному узбережжі Чорного моря. У верхніх ділянках алювіального розрізу золото має невеликий вміст домішок, утворює тонкі пластини з чіткими контурами, складені напливами, коломорфними агрегатами з безліччю пустот. У нижньому приплотиковому інтервалі розрізу домінують щільні грудкуваті часто деформовані зерна зі сріблом та іншими домішками. Наведені особливості золота в деякій мірі пояснюють регіональні проблеми його виявлення і збагачення.*

**Ключові слова:** алювій, золотоносна асоціація, морфологія золота.

### **Вступ**

Алювіальні та прибережно-морські піщані відклади північного заходу Чорного моря мають велике народногосподарське значення, передусім як будівельний матеріал. В останній час встановлена їх золотоносність. Роботами українських вчених виявлена Південноукраїнська провінція тонкого та пилоподібного золота [8].

Зростання уваги до дисперсного та тонкого золота викликано вичерпанням запасів корінних та розсипних родовищ золота. Багато авторів вважають, що ХХІ століття буде століттям дисперсного золота, яке можна вилучати як супутній продукт при видобуванні піску для будівництва, виробництва скла чи інших потреб.

Вивчення потенційної золотоносності Північно-Західного Причорномор'я являє собою логічне продовження багаторічних досліджень, що проводились українськими дослідниками в межах північної частини акваторії Чорного та Азовського морів, прилеглих частин суходолу і на Кримському півострові [2, 6–9, 12]. Воно враховує геологічну будову піщаних відкладів північно-західного узбережжя Чорного моря, наявність доголоценової мережі палеорік, вікові співвідношення і літологію прибережних надзаплавних

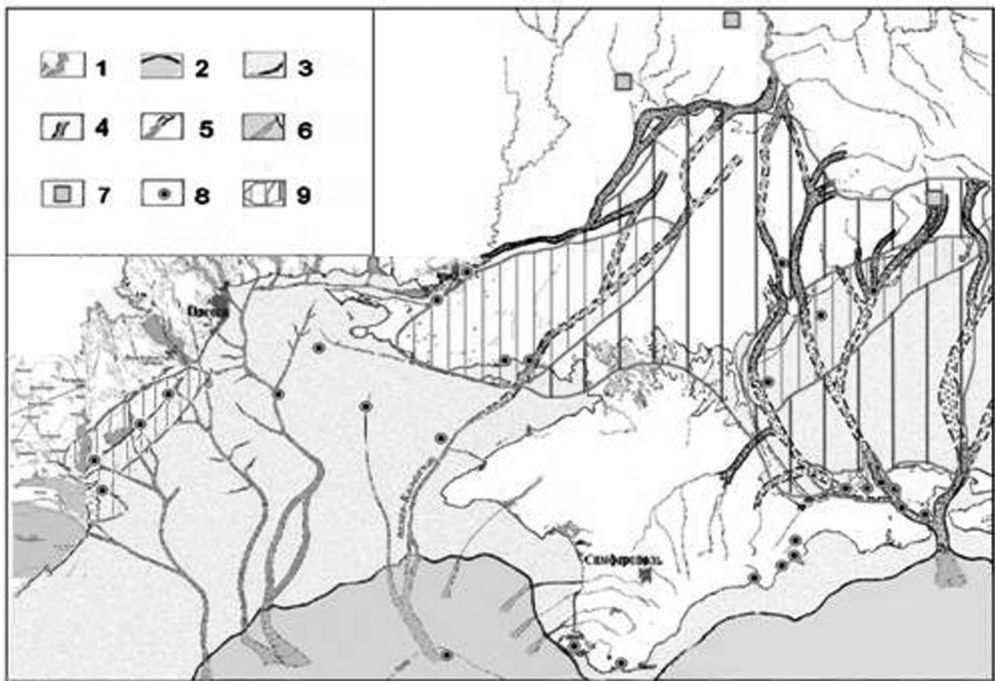
© М.О. МАСЛАКОВ, В.В. ІВАНЧЕНКО, А.С. ІЛЬІНА, 2017

алювіальних терас в долинах палеорік Дніпра, Дністра, дельти Дунаю та його палеопротоків, міграцію палеорусел, зміну глибини і часу їх формування, літолого-мінералогічні характеристики донних відкладів та інше [8, 10].

Вважається ймовірним формування промислових розсипів тонкого та пило-видного золота також на шельфі, де роботами дослідниками ОДУ ім. І.І. Мечникова в попередні роки виділено сім рудоносних полів, а також в прибережних субаквальних відкладах суходолу Північно-Західного Причорномор'я, у дельті р. Дунай, басейні р. Турунчук (біля с. Біляївка), алювіальних відкладах долини Кучурган тощо [5]. На сучасному узбережжі Чорного моря українськими вченими виявлено дисперсне золото в різних прибережно-морських формах (на пляжах, в дельтах, косах, барах) [4].

Дані геологічного пошуку золота останніх років в районі Нижнього Подніпров'я свідчать, що узбережжя нижнього Дніпра є районом потенційного накопичення тонкого золота. Воно зосереджується в піщаних просторах між нижнім Дніпром і побережжям Каркінітської затоки Чорного моря (мал. 1).

Попередніми дослідженнями встановлено, що найбільш високим вмістом тонкодисперсного золота характеризуються сучасні прибережно-морські, алювіальні, а також еолові відклади у нижній течії Дніпра і Дунаю, де виявлені окремі верстви з вмістом від 0,10 до 0,29 г/м<sup>3</sup>. Виявлені особливості складу, морфології



**Рис. 1.** Місця локалізації і перспективи золотого зруденіння на півночі Азово-Чорноморського басейну: 1 – сучасні лимани і озера, 2 – берегова лінія моря в період максимальної верхнепліоценової регресії, 3 – шельфова зона, що осушилася, 4 – долини палеорічок, що встановлені в результаті знімальних робіт, 5 – передбачувані долини палеорічок, 6 – підводні конуси виносення палеорічок, 7 – золоторудні родовища на УКЩ, 8 – знахідки і рудовиявлення тонкого золота, 9 – ділянки прибережного суходолу, найбільш перспективні для пошуків проявів тонкого золота у межах Південноукраїнської провінції

і внутрішньої будови виділень золота свідчать про надходження золота з різних джерел і участі діагенетичних перетворень осаду у формуванні золотоносних асоціацій і парагенезисів [1, 3].

Золотоносність алювіальних відкладів заплави р. Дніпро приурочена, в основному, до базальних горизонтів в передплотиковій частині розрізу, представленого, як правило, більше грубоуламковим матеріалом – крупнозернистими пісками, гравійними пісками або піщано-гравійно-галечними відкладами. І тільки в окремих випадках дещо підвищена золотоносність з'являється перед глинистими прошарками.

Склад золота змінюється в широкому діапазоні ізоморфізму системи Cu-Ag-Au, включаючи як метали високої чистоти, так і перехідні проміжні члени ізоморфних рядів [3].

### Об'єкти і методи

Золотоносність сучасних пляжних і донних морських відкладів уздовж північного узбережжя Каркінітської затоки на сході і узбережжя від Жербрянської затоки до Одеси зумовила необхідність розширення території досліджень на захід. В роботі наведені нові дані про особливості золотого осадконакопичення в межах Північно-Західного Причорномор'я. Дослідження проводили в нижній течії Дніпра, в межах української частини гирла Дунаю, в Очаківській протоці і прируслових ділянках та прилеглий частини узбережжя Чорного моря. Польові роботи по вивченню перспективності розсіпів золота включали буріння дослідних свердловин, глибиною до 6 м в місцях, де були виявлені зони накопичення золота (рис. 2). Також використовували результати раніше виконаного

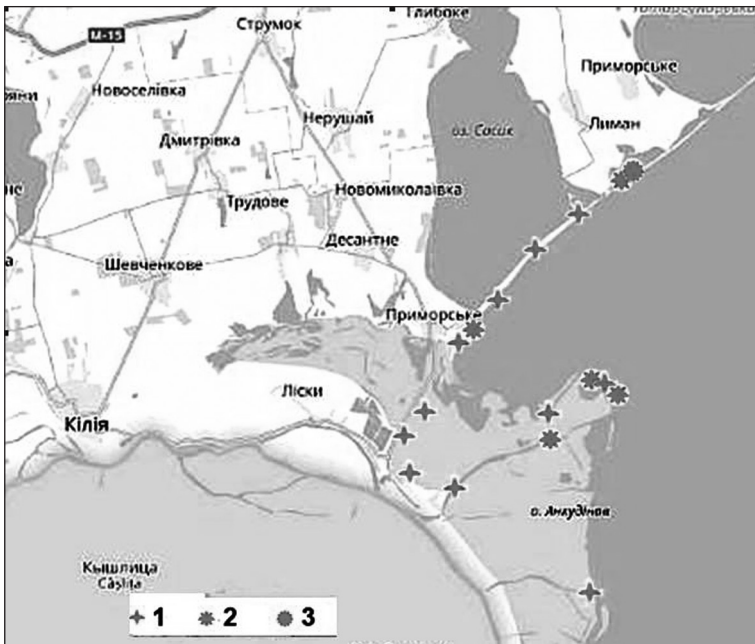


Рис. 2. Місця знахідок золота у гирловій ділянці Дунаю: 1 – сліди; 2 – до 0,1 г/т; 3 – більше 0,1 г/т

буріння пошукових свердловин на золото глибиною до 50 м. Концентрати важких мінералів виділяли на концентраційному столі і гвинтовому сепараторі (установка «Говерла») та у вихровому мінерально-повітряному потоці (установка ДНУ ВМГОР НАНУ конструкції Ю.Д. Чугунова). Важкі мінерали осаду вивчали методами мікрозондового аналізу (МЗА), растрової електронної (РЕМ) і оптичної мікроскопії (аналітик В.В. Пермяков). Знахідки золота підтверджували даними пробірного аналізу матеріалу відібраних проб та продуктів їх збагачення.

## Результати

За даними пробірних аналізів вміст золота в концентратах частини проб наближається до рівня, з якого стає можливим видобування золота в промислових масштабах. В одній пробі з алювію р. Дунай зафіксовано рудопроявлення розсипного золота.

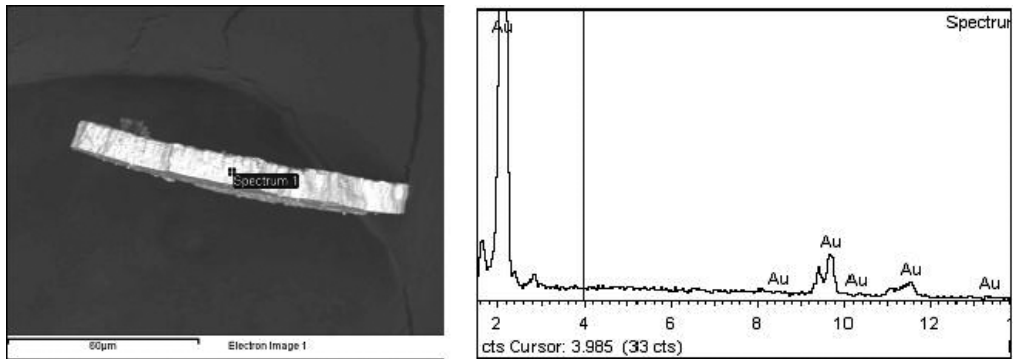
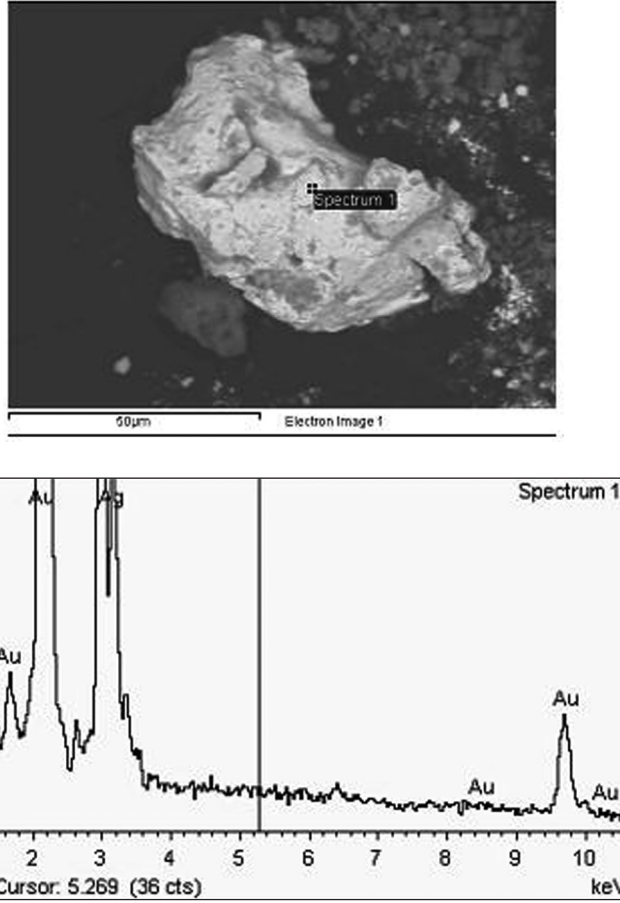


Рис. 3. Пластинчасте золото з дельтового алювію р. Дунай біля м. Вилкове та його склад. РЕМ, МЗА

У верхніх ділянках алювіального розрізу р. Дунай золото утворює тонкі, до 5–7 мкм пластини із чіткими контурами. Пластини складені натічними агрегатами, напливами, коломорфними утвореннями, характерними для продуктів розкристалізації колоїдних розчинів. Скульптура поверхні золота відображає «репліку» субстрату, на якому відбувалася кристалізація, та має мікроскопічну шорсткість, що суттєво підвищує рухливість золотин у водному потоці. Пробність золота висока та витримується по всьому об'єму часточок.

Характерною особливістю золота з покрівлі верств сучасних річкових і прибережно-морських відкладів є неоднорідна внутрішня будова. Окремі зерна мінералу представляють собою мікропористий ажурний агрегат дендритів і скелетних кристалів золота. Переплетіння видовжених лускуватих та вигнутих виділень містять велику кількість порожнин розміром до 6–8 мкм. Частина з них заповнена гіпергенними мінералами, найчастіше каолінітом.

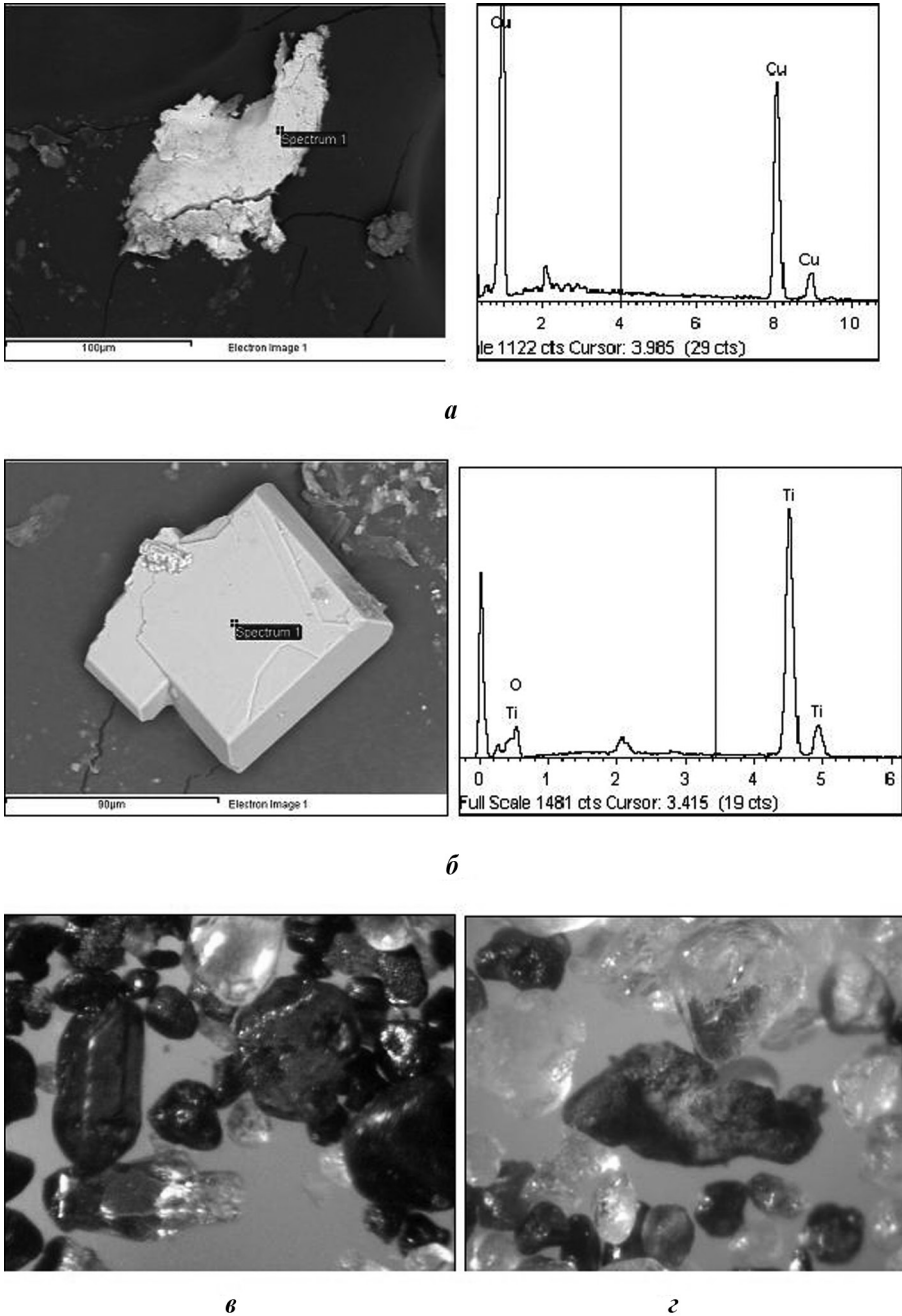
На поверхні та в кавернах у породах плотика та у надплотиковому алювії золото має дещо інші особливості. Тут домінують щільні грудкуваті, наближені до ізометричного вигляду, часто деформовані зерна з вмістом срібла та інших домішок (рис. 4). Надтонкі пластинки, що домінують у верхніх верствах, зустрічаються рідше. Розмір золотинок змінюється від 0,03 мм до 0,18 мм.



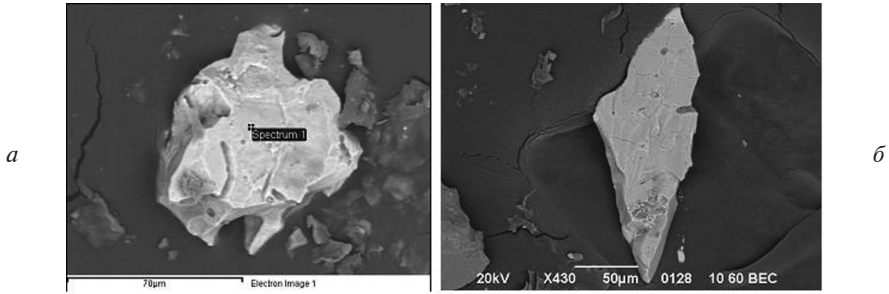
**Рис. 4.** Пластично деформована часточка срібlistого золота (Au 52,49%, Ag 47,51%) з нижніх приплотикових ділянок алювіального розрізу у першій надзаплавній терасі Дніпра біля с. Корсунка. PEM, МЗА

У складі важкої фракції досліджених проб з золотом зустрічається велика кількість природних мінералів (альмандин, андалузит, апатит, барит, біотит, гематит, гетит, дистен, ільменіт, кордієрит, лейкоксен, магнетит, марказит, монацит, муасаніт, пірит, піроп, рубін, рутил, срібло самородне, сфен, турмалін, епідот, хроміт, циркон, шпінель та інші) і штучно утворених фаз (бронза, графіт металургійний, залізо металеве, магнітні і скляні кульки, мідь, сплав свинцю і олова тощо). У поверхневому шарі донних відкладів поширені таблитчасті і лускуваті відміни важких мінералів (рис. 5). Нижні верстви алювію містять ізометричні зерна мікроскопічних розмірів, сфероліти і ооліти, добре обкатані зерна.

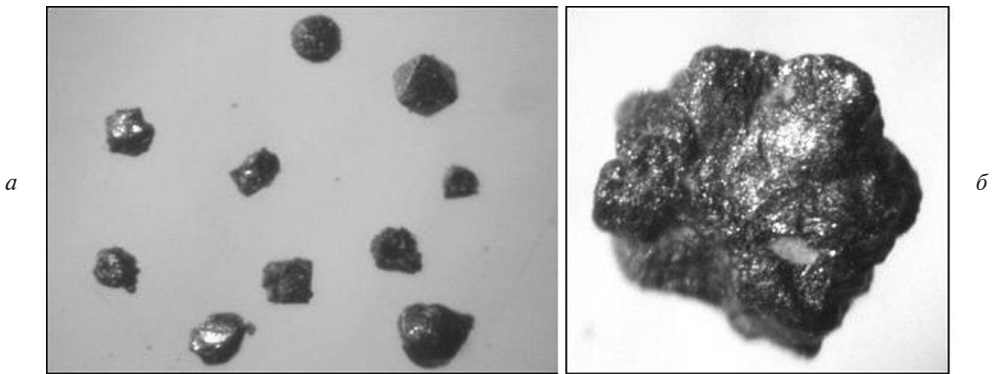
Постійними супутниками золота у всіх ділянках алювіального розрізу є сульфіді: у вигляді пористих та сплюснених зерен у верхніх шарах алювію та аутигенних ідіоморфних кристалів і мікросферолітів – у нижніх приплотикових ділянках розрізу (рис. 6, 7).



**Рис. 5.** Мінерали, що супроводжують золото у донному осаді Дунаю (а, б) і Дніпра (в, г). Поверхневі верстви алювіального розрізу: а – луска техногенної міді (РЕМ, МЗА); б – табличчастий кристал анатазу (РЕМ, МЗА). Приплотикові верстви: в – округлі (обкатані) зерна ільменіту, циркону, турмаліну, монациту; г – грудкувате зерно металеві міді, рутил, турмалін, кварц. в, г – бінокуляр, збільшення 80×.



**Рис. 6.** Сульфіди у донному осаді дельти Дунаю, м. Вилкове (а, б). Поверхневі верстви алювіального розрізу: а – зерно алотигенного піриту, пористе внаслідок вилуговування (РЕМ, МЗА); б – табличчастий скол піротину (РЕМ, МЗА).



**Рис. 7.** Сульфіди першої надзаплавної тераси Дніпра в районі с. Корсунка, приплотикові верстви: а – аутигенні кубічні, октаедричні та пентагондодекаедричні кристали піриту і мікросфероліти марказиту; б – сфероліт аутигенного піриту. Бінокуляр, збільшення: а – 200×, б – 20×.

### Обговорення результатів і висновки

Виявлені рудопрояви і точки мінералізації золота свідчать про значну перспективу алювію Дніпра і Дунаю та їх дельт з протоками на відкриття родовищ тонкого розсипного золота. Найбільш значимі у даному відношенні є косові, старичні та дельтові фації, включаючи і такі, що в наш час затоплені водами Чорного моря.

Розсипопроявлення у Північно-Західному секторі узбережжя Чорного моря сформовані в результаті постачання золота з джерел різного походження в результаті дії потужних водних артерій. Тому виявлення факторів, що впливають на розміщення, будову і склад покладів цієї корисної копалини важливо для визначення критеріїв прогнозу фаціальних обстановок, потенційно сприятливих для формування розсипів золота на ділянці шельфу і узбережжя Чорного моря в межах дельт Дніпра, Дністра і Дунаю. Підвищений вміст золота відмічається у придельтових, дельтових і авандельтових ділянках системи «ріка-море», що є результатом дії ряду геологічних, літолого-мінералогічних та геохімічних факторів.

Знахідки тонких лусок золота у верхніх верствах алювію змушують переглянути існуючі погляди на перспективи золотоносності лише нижніх приплотико-

вих ділянок річкових відкладів. «Верхнє» золото чітко вирізняється незначною (перші мікрони) товщиною лусок, відсутністю, або незначними проявами механічних деформацій, великою кількістю пустот, незначною кількістю ізоморфних домішок (має високу пробу). Таке золото асоціює з глинистими мінералами, таблитчастими та лускуватими відмінами інших мінералів (включно техногенних), пористими внаслідок інтенсивного розчинення та лускуватими зернами сульфідів. В цілому, дана асоціація мінеральних зерен надзвичайно рухлива у водному потоці. При уповільненні течії вона осідає з водної суспензії останньою і здимається першою при наступному зростанні потужності потоку.

Золотинки в нижніх верствах алювію грудкуваті, часто обкатані та мають наближену до ізометричної форму. Внаслідок дії механічних деформацій вони ущільнені. «Нижнє» золото більш низькопробне. До асоціації з ним входять добре обкатані (наближені до кулястої форми) зерна рудних та важких мінералів, кварцу, продукти діагенетичних змін осаду у вигляді аутигенних сульфідів, особливо дрібних ідіоморфних кристалів кубічного, октаедричного і пентагондодекаедричного піриту. Мінерали даної золотоносної асоціації малорухливі. Вони накопичуються у літологічних пастках, що є традиційними об'єктами пошукових робіт на розсипи.

Ймовірно, що визначені типи алювіального золота та супроводжуючі їх мінеральні асоціації локалізуються в різних ділянках і літологічних фаціях морського басейну. Перший тип тяжіє до більш глибоководних мулистих відкладів; другий потрапляє до прибережно-морських пісків. Індикаторами золотого зруденіння у першому випадку слугують відносно рідкісні лускуваті та пористі відміни важких мінералів, дрібні кристали і агрегати аутигенних сульфідів; у другому – ізометричні та добре обкатані зерна важких мінералів, лімонітизований пірит тощо.

Наведені особливості золота в деякій мірі пояснюють регіональні труднощі його виявлення і збагачення. На півдні України слід використовувати нові методи ведення пошукових робіт на розсипне золото і розробляти більш досконалі прийоми його сепарації, орієнтовані на виділення металу в концентрат з класів 30–40 мкм і нижче.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Иванченко В.В., Чугунов Ю.Д., Чугунов С.Д. Минералого-технологические факторы повышения эффективности оценки природных и техногенных месторождений золота. Всероссийская научно-практическая конференция Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России, Якутск. 1-3 апреля 2014 г.
2. Лебедь Н.И., Резник В.П., Мудров И.А. и др. О новом типе россыпной золотоносности на шельфе Черного моря. *Геол. журн.* 1994. № 3. С. 121–126.
3. Маслаков Н.А., Иванченко В.В., Белицкая М.В., Гаврилюк И.В., Османов Э.М. Особенности мелкого и дисперсного золота из осадочных пород Нижнего Приднепровья. *Геол. и полезн. ископ. Мирового океана.* 2016. № 2. С. 48–56.
4. Полканов Ю.А., Яловенко И.П. О находках золота в прибрежно-морских и лиманных песках северо-западного побережья Черного моря. *ДАН СССР.* 1970. **191**, № 4. С. 905–908.
5. Сиденко О.Г., Полканов В.А., Яловенко И.П. Алмазы и минералы титана в прибрежных осадках северной части Черного и Азовского морей. Литолого-геохимические условия формирования донных отложений. К.: Наук. думка, 1979. С. 169–172.
6. Резник В.П., Мудров И.И. Особенности распределения скоплений тонкого морского золота на шельфе Черного моря и их перспективность. Природные и техногенные россыпи и месторождения коры выветривания на рубеже тысячелетия. М.: ИГЕМ РАН, 2000. С. 303–305.



7. Федорончук Н.О. Морфологія та генезис тонкого золота сучасних відкладів Чорного моря // Вісник ОНУ. Географічні та геологічні науки. 2014. **19**, вип. 4 (23). С. 242–250.
8. Шнюков Е.Ф., Маслаков Н.А., Кардаш В.Т. Перспективы Южно-Украинской провинции мелкого и тонкодисперсного золота. Природные и техногенные россыпи, месторождения коры выветривания на рубеже тысячелетия. М.: ИГЕМ РАН, 2000. С. 391–392.
9. Шнюков Е.Ф., Гаврилюк И.В., Маслаков Н.А. и др. Золото в недрах Крыма. Киев, Логос. 2010. 186 с.
10. Шнюков Е.Ф., Иноземцев Ю.И., Маслаков Н.А. Геологическая история развития речной сети на северо-западном шельфе Черного моря. Геология и полезные ископаемые Черного моря. Киев, 1999. С. 238–244.
11. Шнюков Е.Ф., Кардаш В.Т. Проявление золота в донных отложениях акватории Черного моря. *Геол. журнал*. 1994. № 3. С.127–128.
12. Юшин А.А., Присяжный В.М., Какаранза С.Д., Пашняк С.В., Семенов П.В., Волков В.А. Опыт и проблемы изучения и поисков россыпей с мелким и тонким золотом в осадочном чехле северо-западного Причерноморья. *Геол. и полезн. ископ. Мирового океана*. 2008. №2. С. 34–52.

Стаття поступила 02.09.2017.

*Н.А. Маслаков, В.В. Иванченко, А.С. Ильина*

#### ТОНКОЕ И ДИСПЕРСНОЕ ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Изучено золото из прибрежно-морских и речных отложений на северо-западном побережье Черного моря. В верхних участках аллювиального разреза золото имеет небольшое содержание примесей, образует тонкие пластины с четкими контурами, сложены наплывами, колломорфными агрегатами с множеством пустот. В нижнем приплотиковом интервале разреза доминируют плотные комковатые часто деформированные зерна с серебром и другими примесями. Приведенные особенности золота в некоторой мере объясняют региональные проблемы его выявления и обогащения.

**Ключевые слова:** аллювий, золотоносная ассоциация, морфология золота.

*M.O. Maslakov, V.V. Ivanchenko, A.S. Ilyina*

#### THIN AND DISPERSED GOLD MINERALIZATION IN THE NORTH-WESTERN BLACK SEA COAST

Gold was studied from coastal-marine and river sediments on the north-west coast of the Black Sea. In the upper parts of alluvial deposits gold has a small impurity content, and forms thin plates with clear contours which are composed influxes, colomorphic aggregates with a multitude of voids. In the lower section of alluvium deposits are dominated dense lumpy, often deformed grains of gold with silver and other impurities. These features of gold to some extent can explain the regional problems of its identification and enrichment.

**Keywords:** alluvium, gold association, morphology of gold.