

УДК 552.5 — 553.2

Н. А. Федорончук, И. А. Сучков

ТОНКОЕ ТЕРРИГЕННОЕ И АУТИГЕННОЕ ЗОЛОТО В МОРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ

N. A. Fedoronchuk, I. A. Suchkov

FINE TERRIGENOUS AND AUTHIGENOUS GOLD IN MARINE SEDIMENTS

Дослідження тонкого золота чорноморських та океанічних відкладів показало, що золото має не лише терригенне походження, але може бути і аутигенним. Припускається, що механізми аутигенного утворення золота в морських умовах можуть мати біогеохімічний, мікробіологічний, а також гідротермальний характер. В процес морського золотого зруденіння може бути залучена не лише узбережна частина, але й шельф аж до глибоководних областей.

Вивчена морфологія вільного золота донних відкладів шельфу Чорного моря. Рентгенівські знімки зразків золота показали рівномірно розсіяну присутність срібла, зональні включення PbCl, наявність в зернах ділянок, збагачених хлором. Присутність у золоті хлоридів може свідчити про гідротермальний генезис аутигенного золота.

Дослідження океанічних відкладів південної частини Атлантики показало наявність тонкого золота у більшості відібраних проб. Разом із терригенним золотом південної частини Атлантики, в північній частині Аргентинської котловини зустрічається золото, імовірно пов'язане із металоносними океанічними гідротермами.

Ключові слова: Чорне море, Атлантичний океан, тонке золото, морфологія, генезис золота.

Изучение тонкого золота черноморских и океанических осадков показало, что золото имеет не только терригенное происхождение, но может быть и аутигенным. Предполагается, что механизмы аутигенного образования золота в морских условиях могут иметь биогеохимический, микробиологический, а также гидротермальный характер. В процесс морского золотого оруденения может быть вовлечена не только прибрежная часть, но и шельф вплоть до глубоководных областей.

Изучена морфология свободного золота донных осадков шельфа Черного моря. Рентгеновские снимки образцов золота показали равномерно-рассеянное присутствие серебра, зональные включения PbCl, наличие в зернах участков, обогащенных хлором. Присутствие в золоте хлоридов может свидетельствовать о гидротермальном генезисе аутигенного золота.

Изучение океанических осадков южной части Атлантики показало наличие тонкого золота в большинстве отобранных проб. Наряду с терригенным золотом южной части Атлантики, в северной части Аргентинской котловины встречается золото, предположительно связанное с металлоносными океаническими гидротермами.

Ключевые слова: Черное море, Атлантический океан, тонкое золото, морфология, генезис золота.

Studies of fine gold in the Black Sea and oceanic sediments showed that gold has not only terrigenous but also can be of authigenous origin. It is supposed that authigenous gold origin mechanisms in marine conditions may have biogeochemical, microbiological and also hydrothermal character. In the process of sea-gold mineralization may be involved coastal part, shelf and deepwater area.

We studied the morphology of free gold sediments of the Black Sea shelf. Gold samples X-ray photographs showed proportional scattered presence of silver, PbCl zonal inclusions, occurrence of Cl reach areas in grains. Chloride presence in gold may be an indicator of hydrothermal genesis of authigenous gold.

Study of oceanic sediments in the Southern part of the Atlantic showed fine gold presence in the most part of samples. Equally with terrigenous gold in the Southern part of the Atlantic, in the Northern part of Argentina basin occur gold presumable connected with oceanic metalliferous thermal springs.

Keywords: Black Sea, Atlantic Ocean, fine gold, morphology, genesis of gold.

ВВЕДЕНИЕ

Золото молодых осадочных комплексов все больше привлекает внимание исследователей [9]. Оно значительно легче поддается обогащению, чем золото коренных пород. Но легкодоступные аллювиальные россыпи континентов и прибрежно-морские россыпи истощаются, и актуальными становятся вопросы исследований более удаленных областей бассейнов седиментации. Здесь на первый план выходят россыпи дальнего сноса, в которых

концентрируется золото тонких размерных классов.

Тонкое золото присутствует в различных осадочных комплексах в широком возрастном диапазоне — от докембрийских образований до современных осадков. Оно обнаруживается в различных литологических типах пород. Им заражены современные морские и океанические отложения различного генезиса и в пределах различных морфоструктур — от шельфов морей до глубоководных областей океана.

Морфология, состав и генезис золота в континентальных осадочных фациях изучены достаточно хорошо [1, 2]. Но проблема генезиса тонкого золота в современных морских и океанических осадках остается актуальной в настоящее время [2].

Изучение тонкого золота черноморских и океанических осадков показало, что золото имеет не только терригенное происхождение, но может быть и аутигенным.

При изучении терригенного золота одной из главных задач является восстановление его связи с коренными источниками, расположенными на суше. При этом решающее значение имеет характер распределения золота на путях миграции осадочных компонентов, химический состав золотин и их морфология.

Процессы образования аутигенного золота в морских осадках изучены в меньшей степени. Основной проблемой при изучении аутигенных форм тонкого золота является выяснение механизма его образования в морских условиях.

РАЙОН РАБОТ, МЕТОДЫ И ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение золотоносности морских отложений нами проводится с 1993 года. Работы начинались под руководством В.П. Резника и И.А. Мудрова, в настоящее время исследования продолжаются с привлечением новых данных.

Исследованы донные отложения северо-западного шельфа Черного моря с глубин моря до 95 м на участках Одесский залив, Сухой лиман, Затока, Жебриянская бухта, Тендра, Праднэпровский, Одесская банка, Каркинитский залив, Придунайский район, район о-ва Змеиный, Севастопольский район. Осадки отбирались с бортов НИС «Топаз», «Аргон» и «Владимир Паршин» вибропоршневым грунтовой трубкой ПЭВ-4 диаметром 108 мм, с длиной керноприемника 4 м, а также дночерпателем «Океан-0,25». Опробованию подвергались все встречаемые литологические разности осадков — от песков, пелито-алевритовых илов и алевритов, песчано-алеврито-пелитовых смесей до илистых раковинно-детритовых отложений. Опробовались в основном отложения голоценового возраста, в меньшей степени верхнего плейстоцена (новоэвксинский горизонт). Отобрано и обработано более тысячи проб донных осадков, вес проб от нескольких кг до 20 кг. Изучена морфология более чем 300 знаков золота.

В континентальной части Причерноморья в междуречье Днестр – Южный Буг был опробован 31 разрез обнажений субаквального комплекса в террасах рек, лиманов, пляжей, аллювиального, лагунно-морского, озерно-лиманного, пляжевого генезиса. Здесь отобрано 115 борздовых проб весом до 25 кг из псаммитовых, алевритовых, реже пелитовых осадков верхнечетвертичного и голоценового возраста.

Кроме того, нами проанализированы пробы донных осадков шельфа Антарктического полуострова и северной части Аргентинской котловины, полученные в результате морских геологических исследований в период Первой Украинской Антарктической экспедиции (1997 г.) с борта НИС «Эрнст Кренкель». Пробоотбор проводился прямоточной ударной грунтовой трубкой диаметром 127 мм и 158 мм, в отдельных случаях — дночерпателем «Океан-0,25». Станции пробоотбора располагались вблизи Украинской полярной станции «Академик Вернадский» (архипелаг Арджентайн), в проливе Брансфилда вблизи Южных Шетландских островов, на шельфе Южных Оркнейских островов и в северной части Аргентинской котловины на широте поднятия Риу-Гранди. Глубины океана в точках пробоотбора на шельфе составляют от 33 до 250 м, на континентальном склоне — 305–808 м, в Аргентинской котловине — до 3450 м. Опробовался верхний слой донных осадков на глубину до 2,6 м, с 9 станций отобрано 11 проб весом от 0,3 кг до 14,3 кг. Опробованные породы — это пелито-алевритовые и пелитовые илы, в основном терригенные (исключение составляют осадки Аргентинской котловины, в которых верхние 40 см керна представлены фораминиферовым карбонатным илом, остальная часть — терригенная).

Пробы обогащались гравитационно на винтовом шлюзе конструкции В.Д. Иванова, который позволяет улавливать в концентрат тонкие размерные классы тяжелых минералов, включая тонкое и пылевидное золото.

Золото из концентратов извлекалось амальгамированием с последующим растворением амальгамы. Дезамальгамация нами проводилась в «щадящем режиме» — амальгама не разваривалась в 50%-ной азотной кислоте, а медленно разлагалась в слабом растворе азотной кислоты, что позволило сохранить первоначальный вид зерен золота. Некоторые круп-

ные золотины, обнаруженные при просмотре концентратов под биноклем, извлекались без амальгамирования. Изучение состава золотин проводилось с помощью эмиссионного спектрального анализа в лаборатории благородных и редких металлов ИГМР НАН Украины А.А. Юшиным. Единично выполнялись рентгеновские микрозондовые исследования наиболее крупных золотин. Кроме того, крупные золотины выделены флотационным способом при исследовании двух крупнообъемных технологических проб осадков затопленной палеодолины Днепра в НИиПИ Механообрчермет (Кривой Рог).

Нами также учтены результаты исследований золотин, обнаруженных в голоценовых отложениях морской пересыпи лиманов Шаганы – Алибей на междуречье Дунай – Днестр в ходе работ ПричерноморГРГП по геолого-прогновному картированию субаквального комплекса на золото. Микрозондовые исследования золотин также проводились А.А. Юшиным в ИГМР им. Н.П. Семеновича НАН Украины.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

В изученных осадках **шельфа Черного моря** свободное золото содержится в большинстве проб, размеры выделенных золотин — от 0,005 до 0,500 мм, преобладает размер до 0,050 мм. Максимальное содержание свободного золота ($1,126 \text{ г/м}^3$) установлено в отложениях затопленной палеодолины Днепра. По морфологии зерен с некоторой степенью вероятности можно судить о генетической принадлежности выделенного золота.

Аутигенность золота устанавливается по отсутствию следов транспортировки. В морских осадках аутигенное золото имеет сферическую, лепешковидную или гроздьевидную форму, зерна объемные, могут иметь элементы кристаллографической огранки роста *in situ*. Терригенное золото характеризуется окатанными, уплощенными формами, иногда с вростками кварца. Часто терригенное золото имеет веретенообразную или пластинчатую форму. Встречается также терригенно-аутигенное золото, в котором присутствуют следы наращивания металла на обломочных частицах в постседиментационную стадию.

Наиболее полно была исследована морфология золотин, выделенных из донных осадков затопленной морем **палеодолины Днепра**. Среди них встречаются терригенные пластин-

чатые, веретенообразные и аутигенные коконообразные, шарообразные формы. Выделенное свободное золото приурочено в основном к алевро-пелитовым и пелитовым илам, реже — к раковинным илам и илистым ракушникам. Самое большое число знаков золота (от 10 до 16) также приурочено к пелитовым и алевроитовым разностям осадков, и только в одном случае — к среднезернистому песку (всего в 4,5 кг влажной пробы обнаружено 16 знаков золота). В илистых ракушниках обычно встречается по 1–2 знака золота.

Аутигенное золото в виде шариков и бульбовидных наростов, стяжений, здесь обычно имеет более блеклый, серовато-желтый цвет, что может свидетельствовать о его низкой пробы. В отличие от аутигенного золота, терригенные обломки (пластинки с рваными краями — следами транспортировки) имеют ярко-желтый (золотой) цвет и сильный металлический блеск. Вероятно, проба его выше, чем у аутигенных форм, что требует подтверждения спектральным анализом.

К сожалению, выполнить сравнение пробы аутигенных и терригенных форм спектральным анализом пока не удалось, поскольку аутигенные формы обычно имеют более мелкие размеры, а для спектрального анализа отбирались наиболее крупные золотины.

Аутигенное золото в исследованных осадках обычно по размерам не превышает 0,025–0,030 мм, в то время как терригенные пластинки достигают 0,182 мм, хотя чаще всего встречаются зерна размером 0,040–0,060 мм и более мелкие обломки (рис. 1, а, б).

Золотины, выделены флотационным способом в НИиПИ Механообрчермет (Кривой Рог) представляют собой принципиально отличные от остальных золотинок знаки. Это крупные (до 0,3 мм) агрегаты сложной формы с двумя различимыми стадиями формирования минерала. Здесь на тонких пластинках с шагренево-матовой и даже матовой поверхностью в виде наростов присутствуют кристаллы призматической и кубической формы. Степень обрастания различная — от единичных кристалликов до почти полного покрытия пластин. Некоторые пластинки с одной стороны имеют матовую поверхность, а с другой — гладкую, блестящую. Встречаются очень тонкие пластинки с трещинами. Зерна представляют собой корочки, на которых росли кристаллы.

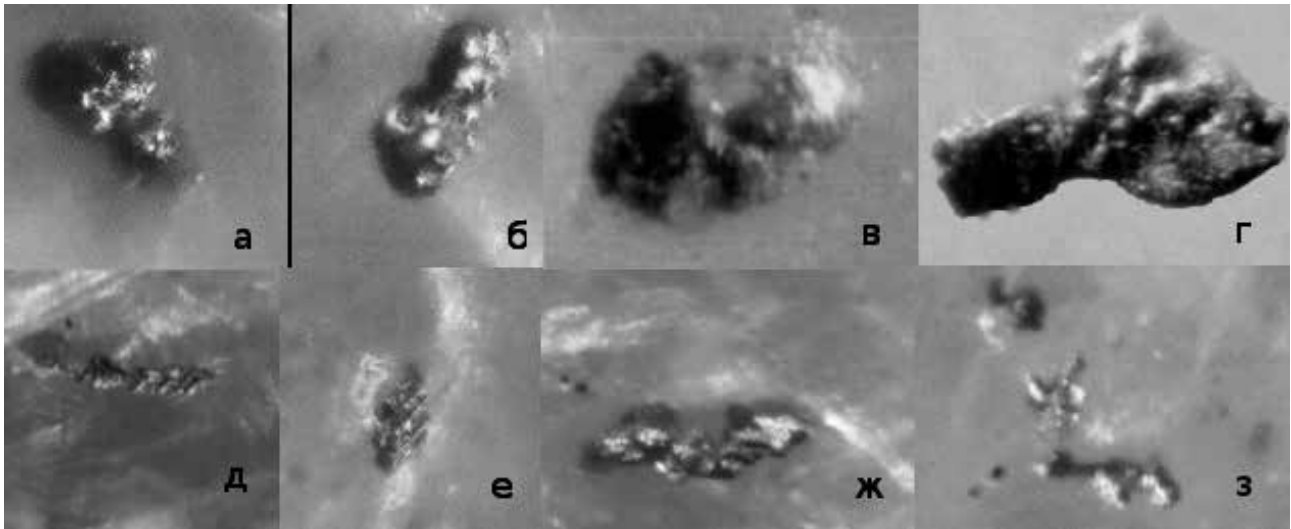


Рис. 1. Терригенные и аутигенные формы зерен золота из отложений шельфа Черного моря и южной части Атлантики

а, б — аутигенные объемные зерна, размер $0,050-0,054 \times 0,025 \times 0,021$ мм (шельф Черного моря, палеорусл Днестра); в — терригенное золото в сростке с кварцем, размер $0,06 \times 0,10$ мм (шельф Черного моря, район Тендровской косы); г — терригенная закрученная пластинка, длина 0,2 мм (шельф Черного моря, район Тилигульского лимана); д — терригенная веретенообразная форма «колосок», полосы на поверхности золотины повторяют изгибы формы, размеры $0,179 \times 0,017$ мм (шельф Черного моря, вблизи о. Змеиный); е — зерно с четкими параллельными гранями, размер $0,042 \times 0,030 \times 0,042$ мм (Южная Атлантика, район Южно-Шетландских островов); ж — закрученное веретено, местами с четкими гранями, длина 0,11 мм (Южная Атлантика, район Южно-Оркнейских островов); з — лапчатая форма, размер 0,04 мм (северная часть Аргентинской котловины).

Интерес представляет вертикальное распределение знаков золота в осадках. В верхних интервалах колонок осадков встречаются как терригенные формы золотин, так и аутигенные (шарообразные). В нижних интервалах пробоотбора в основном встречается пластинчатые терригенные формы, а аутигенное шарообразное золото встречено в единственном случае. Наиболее высокие знаковые содержания и наиболее крупные золотины приурочены к нижним интервалам проб, т. е. не к современным илистым ракушникам, а к илам, перекрывающим маркирующий прослой детрита на границе новозвксинских и древнечерноморских отложений. Конечно, здесь нельзя исключать и некоторую роль просадочности золота (наиболее крупные частицы золота, вероятно, могут постепенно опускаться в толще рыхлого обводненного осадка), хотя для таких размерных классов процессы просадки пусть даже в обводненных, но существенно глинистых осадках, а часто еще и с раковинным и детритовым материалом, не могут интенсивно проявляться. Следовательно, подразумевается сингенетическое накопление донных осадков и золотин. Таким образом, неравномерность накопления тонкого терригенного и аутигенного золота

обусловлена изменениями режима бассейна, а именно изменения положения береговой линии, литодинамических и гидродинамических характеристик области седиментации. Общая более высокая насыщенность нижних интервалов осадков свободным золотом и преобладание терригенного характера золотин объясняется близостью палеобереговых линий приустьевых частей Пруднепра, в условиях чего накопление свободного золота прошло в больших масштабах. В современных осадках, где выше степень проявления аутигенных форм, общее содержание свободного золота ниже.

В результате изучения площадного распределения свободного золота на Пруднепровском участке шельфа выяснилось, что максимальные концентрации свободного золота приурочены к простираю палеодолины Днестра, которая в настоящее время выражена на морском дне в виде реликтовой отрицательной формы рельефа — Днестровского желоба. На внешней части желоба встречено как терригенное, так и аутигенное золото.

На участке шельфа вблизи **Тендровской косы** были обнаружены более объемные и крупные знаки золота, преобладают терри-

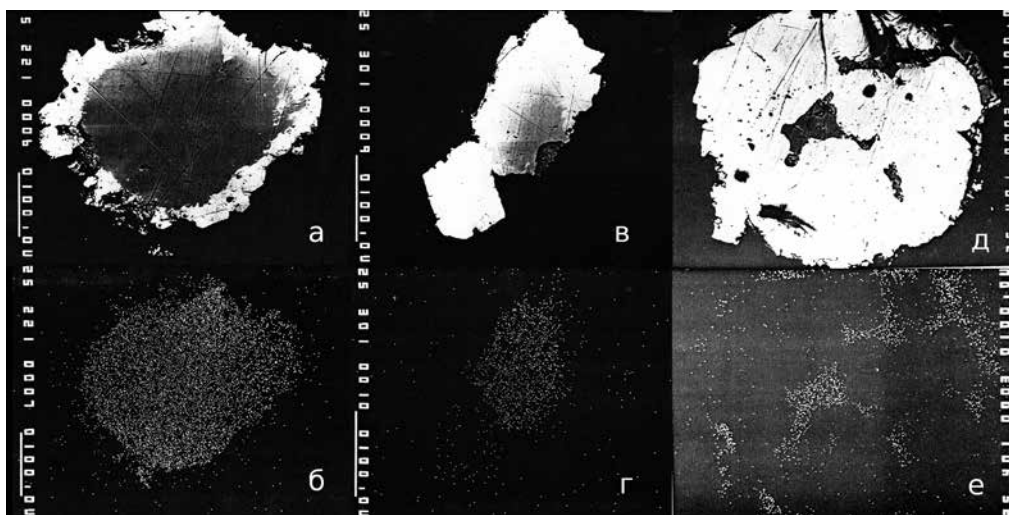


Рис. 2. Рентгеновские снимки зонального золота из донных осадков шельфа Черного моря (район Тендровской косы и Затоки), масштабная метка соответствует 0,1 мм
а, в, д — снимки во вторичных электронах; б, г, е — те же образцы в характеристических излучениях по линии $L\alpha$ Ag (б, г) и по линии $L\alpha$ Pb (е).

генные, но встречаются и аутигенные формы (рис. 1, в, г). Близость береговой линии с интенсивно развитыми шлиховыми процессами в прибойной зоне объясняет наличие более крупных золотинок в осадках.

Вблизи о. Змеиный донные осадки опробовались на глубину колонки до 3,5 м. В половине проб обнаружены знаки свободного золота (в 14 из 34 проб, на 11 из 21 станций пробоотбора). Здесь преобладают терригенные формы, хотя встречаются и аутигенные образования. Терригенные формы в основном веретенообразные (рис. 1, д), аутигенные — в виде шариков и коконов. Терригенный снос в этом районе связан с мощным выносом осадочного материала Дунаем.

В результате изучения современных и верхнечетвертичных аллювиальных, лагунно-морских, озерно-лиманных и пляжевых отложений **междуречья Днестр – Южный Буг** было установлено, что общая золотоносность континентальных отложений значительно (на порядок) ниже, чем морских. Определенные нами максимальные содержания свободного золота в террасах Южного Буга составляют $0,053 \text{ г/м}^3$, а в Днестровском аллювии — $0,155 \text{ г/м}^3$.

Работы ПричерноморГРГП по изучению золотоносности субаквальных комплексов в континентальной части Причерноморья также показали невысокие содержания свободного золота в аллювиальных и лиманных образованиях. Исключение составляет россыпепрояв-

Таблица 1. Результаты рентгеновских микрозондовых исследований аншлифов золотинок донных осадков шельфа Черного моря районов Тендровской косы и Затоки, извлеченных амальгамированием

Участок образец	Краткая характеристика	Fe	Ni	Cu	Co	Ag	Au	As	Bi	S	Te	Sb	Hg
Тендра Обр. 1	Зональное зерно, реликтовая часть, центр	0,0	сл	0,01	0,0	27,66	72,26	0,0	сл	0,0	0,0	0,0	сл
	Окружающая красная кайма	сл	0,03	0,01	0,0	0,87	96,19	0,0	сл	0,0	0,0	0,0	1,11
	Светлая фаза, средняя часть каймы	0,0	0,0	сл	0,0	0,45	97,0	0,0	0,0	сл	0,0	0,14	1,48
	Темная фаза, включение	0,0	сл	0,02	0,0	11,51	85,83	сл	1,06	сл	0,0	0,0	0,99
	Горчично-красное неоднородное выделение на краю зерна	сл	сл	0,03	0,0	4,19	83,3	0,0	сл	сл	0,0	сл	0,93
Затока Обр. 2	Центр зерна	сл	0,0	0,12	сл	14,13	83,87	0,0	0,0	сл	0,0	сл	0,0
	Светлая фаза, край зерна	0,0	0,0	0,04	0,0	~ 5,0	>80,0	сл	~ 3	0,0	0,0	0,0	0,0

ление золота в голоценовых песках морской пересыпи озер Шаганы и Алибей.

Изучение **состава золотин** осадков шельфа с помощью спектрального анализа и микронзондовых исследований некоторых золотин показало высокую пробность золота — от 723 до 970 (табл. 1) и присутствие в большинстве образцов серебра, иногда до 15,4%. В качестве примесей, кроме обычного для самородного золота серебра, присутствуют повышенные содержания кобальта, меди, в меньшей степени свинца, бериллия и висмута, причем иногда количество меди и кобальта достигает или превышает содержание серебра.

Выполненные рентгеновские снимки образцов золота во вторичных электронах и в характеристических излучениях (рис. 2) показали постоянное равномерно рассеянное присутствие серебра, наличие в зернах участков, обогащенных хлором, а также зональные включения хлорида свинца. Во многих золотилах наблюдается отчетливая зональность в распределении пробности (рис. 2, табл. 1). Граница золота разного состава располагается концентрически параллельно внешней поверхности, что может свидетельствовать об аутигенном происхождении золота и его росте на месте. Часты включения зерен PbCl₂, которые могут быть гипергенными, что также может косвенно свидетельствовать об аутигенном происхождении золота. Принимая во внимание размер золотин (>0,2 мм), пластинчатую форму и хлорид свинца, можно предположить их субмаринное гидротермальное происхождение.

Сравнивая состав золотин морских илистых донных осадков и золотин, обнаруженных в голоценовых отложениях морской пересыпи лиманов Шаганы – Алибей на междуречье Дунай – Днестр в ходе работ ПричерноморГРГП (табл. 2), четко просматриваются резкие отличия в содержании меди, что свидетельствует о различных источниках сноса золотин и, вероятно, различном генезисе.

Изучение океанических осадков **южной части Атлантики** показало наличие тонкого золота в большинстве отобранных проб с глубин от 30 м до 3,5 км [5, 6]. Несмотря на то, что объем проб составлял первые килограммы, в 82 % проб (9 из 11 проб) были обнаружены знаки свободного золота размером от 0,017 мм до 0,110 мм, присутствуют также множество мельчайших осколков на границе оптического обнаружения.

По форме обнаруженное золото резко отличается от золотин черноморского шельфа — это в основном веретенообразные, дендритовидные и пластинчатые зерна, встречаются также таблички и зерна с «рваными», оплывчатыми краями. На некоторых зернах отмечаются остатки первичных кристаллических форм — четко выраженные грани. Следов транспортировки на зернах практически не видно, несмотря на то, что золото носит явно терригенный характер. Это может свидетельствовать о ледовом переносе золотинок. Отмечаются некоторые отличия в морфологии золота, полученного из осадков разных районов.

Возле станции «Академик Вернадский» в терригенном бескарбонатном пелито-алевритовом иле с мелким щебнем в интервале опробования 0–0,25 м обнаружены знаки золота веретенообразной формы размерами до 0,03 мм. Наличие в прилегающей территории Антарктического полуострова большого количества кварцевых жил (по описаниям В. П. Резника) может свидетельствовать о генетической связи этих золотин с коренными породами прилегающей суши и их ледовом разносе.

В пелитовых и пелит-алевритовых илах района глубоководного желоба пролива Брансфилда южнее Южных Шетландских островов с глубин океана 590 и 750 м были отобраны 2 пробы донных осадков, в каждой из которых обнаружено пылевидное золото. Интересно, что в пробе весом всего 0,3 кг (интервал 0–0,25 м) обнаружено 3 знака золота разме-

Таблица 2. Результаты микронзондового определения состава золотин из песков пересыпи лиманов Шаганы – Алибей

№ образца	Au	Ag	Cu	Fe	Pt	Pd	Rh	Ir	Bi	Hg	Te
1	78,98	7,17	0,22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	92,61	6,85	0,20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,34	0,0	0,0
3	86,45	9,20	0,10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,06
4	92,25	7,27	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05
5	89,48	6,62	0,15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

рами до 0,04 мм. Форма золотин пластинчатая, листоватая, оплывчатая, округлая с вмятинами, что может быть связано с их дальним переносом (рис. 1, е). В другой пробе (интервал 0–1,45 м, вес 14,3 кг) выделено 9 знаков золота пластинчатой формы с рваными, зазубренными краями. Размеры золотин от 0,03 до 0,05 мм. Здесь же встречено дендритовидное золото размером более 0,04 мм.

В пелитовых слабоалевритистых илах с терригенными обломками района Южных Оркнейских островов (глубины моря от 125 до 808 м) в каждой из 4 проб весом от 5 до 12,7 кг обнаружено от 2 до 6 знаков золота размерами от 0,017 до 0,110 мм. Форма золотин дендритовидная и пластинчатая с «рваными» краями и шагреновой поверхностью (рис. 1, ж). На одной из золотин видна четкая кристаллическая грань.

В пелитовых и алевро-пелитовых илах северной части Аргентинской котловины (глубина океана 3450 м), в интервале опробования 0–2,6 м в двух пробах весом 5,2 и 6,6 кг обнаружено 16 знаков золота. Форма зерен исключительно веретенообразная и дендритовидная размером 0,01–0,07 мм (рис. 1, з). В нижнем интервале количество золота увеличивается. Также в нижней части колонки осадков наблюдаются признаки воздействия пульсирующей субмаринной разгрузки гидротермальных растворов, наблюдается активное замещение органических остатков пиритом и гидроокислами железа.

Учитывая исключительно веретенообразную и дендритовидную форму золотин, отсутствие терригенных признаков и пластинчатых золотин, большую глубину океана и проявления гидротермальной деятельности, можно сделать предположение о генетической связи обнаруженного золота с субмаринной разгрузкой металллоносных гидротерм.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

Скопления тонкого золота в морских и океанических осадках образуют гипергенетические шлейфы на путях транспортировки осадочного материала от золоторудных проявлений к конечным седиментационным бассейнам. Выделенная в конце 90-х годов Азово-Черноморская золотороссыпная провинция охватывает южный склон Украинского щита, а также осадки аллювия, лиманов и шельфовую область. Установление здесь связей терриген-

ного золота морских осадков с коренными источниками весьма затруднительно, т.к. северо-западное Причерноморье представляет собой аллювиальную равнину с многократно перетлававшимися на протяжении плейстоцена осадочными комплексами. Наши исследования и исследования ПричерноморГРГП показали невысокую насыщенность золотом аллювиальных осадков Причерноморья по сравнению с морскими. Исключения составляют отдельные россыпи, например, Акташское месторождение [1].

Сравнительная обедненность свободным золотом континентальных образований, формирующихся на путях транспортировки осадочного материала к седиментационным бассейнам, относительно морских осадков, лишней раз подтверждает неравномерность изменения концентрации золота на путях переноса от источников сноса к конечным бассейнам осадконакопления. Рассматривая шельфовые россыпи, как россыпи дальнего сноса [8], обогащенные тонкими размерными классами терригенного золота, так или иначе связанного с коренными рудороявлениями, пусть даже через промежуточные коллекторы, необходимо учитывать аутигенные механизмы осаждения тонкого золота непосредственно в морских осадках. К таким механизмам могут относиться как различные пути хемогенного образования свободного золота на геохимических барьерах, так и биохемогенные процессы осаждения золота, включая микробиологические процессы и сорбцию золота органическими комплексами.

Процессы аутигенного образования золота проявляются не только в настоящее время, но и в прошлом. Возможно, аутигенная золотая минерализация приурочена к наиболее удаленным шлейфам россыпей дальнего сноса. Тогда дифференциация и осаждение на путях миграции золота представляется в следующем виде: в приближенных к коренным источникам осадочных комплексах осаждаются крупные золото, далее в седиментационных бассейнах в зонах стагнации и диссипации [5] происходит отложение плавучего тонкого золота, а коллоидная и растворенная часть золота осаждаются на геохимических барьерах и, возможно, в благоприятных условиях биохимическим путем. В этом случае накопление тонкого аутигенного золота будет связано с биогеохимическими показателями седиментационного бассейна, но

при этом по источникам вещества такое золото будет связано с шлейфами россыпей дальнего сноса.

Процессы аутигенного образования золота в морских осадках и вероятная связь его с шлейфами россыпей дальнего сноса требуют дальнейшего изучения.

В морских осадках также вероятно субмаринное гидротермальное образование золота. Известно, что в гидротермальных системах металлы, не исключая и золото, мигрируют в виде отрицательных или нейтральных комплексных хлоридов [4]. В таком случае включения в золотинках хлоридов могут быть свидетельством гидротермального происхождения золота в зонах субмаринной разгрузки гидротерм. Возможность гидротермального происхождения тонкого золота в морских осадках подтверждается находками такого золота в донных осадках Аргентинской котловины, связанных с зоной разгрузки металлоносных гидротерм.

Таким образом, процесс морского золотого оруденения охватывает не только прилегающий к береговой линии шельф, но может иметь и гораздо более широкие масштабы, вплоть до глубоководных областей.

1. *Золото в недрах Крыма* / Е.Ф. Шнюков, И.В. Гаврилюк, Н.А. Маслаков и др. — К.: Логос. — 2010. — 187 с.
2. *Иванова А.М.* Мелкое и тонкое золото в шельфовых областях Мирового океана / Иванова А.М., Крей-

тер Е.Н. // Геология и полезные ископаемые мирового океана. — 2006. — №2. — С. 30–49.

3. *Ковальчук М.С.* Золотоносность осадочных утвореннь фанерозою України / Ковальчук М.С. // Зб. наук. пр. Інституту геологічних наук НАН України. — 2008. — Вип. 1. — С. 241–247.
4. *Короновский Н.В.* Гидротермальное образование в океанах / Короновский Н.В. // Соросовский образовательный журнал. — 1999. — №10. — С. 55–62.
5. *Резник В.П.* Некоторые проблемы морского тонкого золота (северо-западный шельф Черного моря) / Резник В.П. // Геология и полезные ископаемые Черного моря. — К.: ОМГОР НАН Украины. — 1999. — С. 147–151.
6. *Резник В.П.* О первых находках свободного золота в голоценовых морских донных отложениях района Антарктического полуострова / Резник В.П., Федорончук Н.А. // Сб. тез. докл. к Всероссийскому совещанию «Главнейшие итоги в изучении четвертичного периода и основные направления исследований в XXI веке». — СПб.: ВСЕГЕИ. — 1998. — С. 306.
7. *Резник В.П.* Тонкое золото в морских и океанических осадках / Резник В.П., Федорончук Н.А. // Литология и полезные ископаемые. — 2000. — №4. — С. 355–363.
8. *Шнюков Е.Ф.* Минеральные богатства Черного моря / Е.Ф. Шнюков, А.П. Зиборов — Киев: Изд. НАН Украины, 2004. — 290 с.
9. *Шнюков Е.Ф.* Поиски месторождений мелкого и тонкого золота в Азово-Черноморском регионе — важная геологическая проблема XXI века / Шнюков Е.Ф. // Геологические проблемы Черного моря. — Киев. — 2001. — С. 11–22.

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, Одесса