

Н. О. Федорончук, В. П. Резнік, І. О. Сучков

Літологія та мінералогія району Тендрівської коси в зв'язку з процесами розсипоутворення

(Представлено членом-кореспондентом НАН України П. Ф. Гожиком)

The lithological structure of chernomorsky and novoevksinsky sediments and the distribution of big, small, and fine-size clastic minerals within the sediments are studied. Heavy clastic minerals are concentrated both near the coast line and on the sea bottom at depths up to 20–30 m. Zirconium and titanium-bearing minerals and fine gold are characterized by various types of transportation and sedimentation. Typical terrigenous mineralogical assemblages for chernomorsky and novoevksinsky sediments are determined. The processes of placer-forming during the chernomorsky and novoevksinsky times nearby the Tendra spit are described.

Для північно-західної частини шельфу Чорного моря з погляду процесів розсипоутворення характерна титан-цирконієва мінералізація; тут відзначено знахідки кристалів алмазу та золота. Літологічний склад відкладів шельфу — одне з найважливіших питань при вивченні процесів розсипоутворення, оскільки літологічні характеристики порід найповніше відбивають гідродинамічні умови осадконагромадження, що є вирішальним фактором формування розсипів.

Результати досліджень розподілу у відкладах не лише крупних, а й дрібних і тонких класів мінералів показали, що важкі теригенні мінерали концентруються не тільки у вузькій береговій смузі, їх підвищені концентрації спостерігаються і на більших глибинах шельфу. Дослідження проводилися на найвиразніших у структурно-геоморфологічному плані ділянках шельфу, зокрема на Тендрівській, і показали, що характерні для шельфу титан-цирконієві розсипні мінерали й тонке золото [1, 2] мають різну схему транспортування та відкладення, концентруються в різних гідродинамічних умовах. Тонке золото, на відміну від інших важких мінералів, концентрується в районах з відносно спокійними гідродинамічними умовами.

Тендрівська ділянка є частиною шельфу на південь від Тендрівської коси, розташована вона в слабкорухомій частині північного крила Причорноморської западини, в області відносно стійкого підняття на фоні низхідних рухів. Історія розвитку морської частини ділянки та прилеглої суші визначалася двома головними факторами — тектонічною активністю та евстатикою, взаємодія яких і сформувала сучасну геологічну структуру району. Сама Тендрівська коса утворена за рахунок хвильових процесів, зокрема штормів, на морському узбережжі при перевазі поздовжнього переміщення наносів; живлення коси натурним матеріалом відбувається за рахунок активного поперечного переміщення наносів з абразійних ділянок узбережжя. На південь від коси мають місце й процеси донної абразії, результатом яких є два ерозійних вікна, де відслонюються верхньоплейстоценові еолово-делювіальні суглинки. Вздовж усєї коси до глибин 5 м можна простежити її підводне продовження. Потужний вздовжбереговий потік наносів, що утворився при підході хвиль до берега під косим кутом, спричинив формування підводної частини Тендрівської коси. У зоні руйнування хвиль на глибинах 3,5–4 м сформувалася низка підводних вздовжберегових валів, складених піщаними наносами. Частина цієї ділянки розташована далі від берега — це

морська акумулятивна рівнина з поступовим збільшенням глибини. Таким чином, переважний вплив на Тендрівський ділянку шельфу мають саме морські акумулятивні процеси з характерним сортуванням відкладів у хвилеприбійній зоні.

Аналіз літологічної мінливості чорноморських відкладів Тендрівської ділянки, яка є класичним прикладом мілководних шельфових умов розсіпоутворення, дав змогу виділити характерні літологічні типи (табл. 1).

Піски цієї ділянки дрібнозернисті, представлені переважно кварцовими дрібнозернистими різновидами, рідше середньозернистими з невеликою домішкою (до 20%) уламково-черепашкового матеріалу, зі збільшенням частки якого пов'язане погіршення сортування пісків. Поле кварцових пісків простягається вздовж Тендрівської коси і обмежується ізобатою 10 м. Саме до цих пісків приурочене підвищення вмісту більшості розсіпоутворюючих мінералів. Крім цього, на глибинах від 14 до 18 м посеред ділянок поширення черепашників виділяються два невеличкі поля детритових крупнозернистих карбонатних пісків, утворених за рахунок зменшення у відкладах частки крупних черепашкової складової.

Алевритові мули на Тендрівській ділянці поширені обмежено; спостерігаються три невеличкі поля алевритів у північно-західній частині, в більш глибокій центральній та центрально-східній її частинах. Алеврити представлені дрібно- та крупнозернистими різновидами з різним ступенем сортування. Наявність таких полів обумовлена відсутністю накладених біогенних процесів — тут дуже низький відсоток черепашкової складової.

Всю решту площі ділянки займають черепашники, складені з детриту та цілих стулок молюсків (в основному *Mytilus*), з різними частками піщаного та алевритового матеріалу і вкрай поганим сортуванням. Кількість алевритового та пелітового матеріалу залишається постійною при зміні частки піщаного матеріалу, що свідчить про утворення псамітової фракції черепашників в результаті подрібнення черепашок. Те саме підтверджується і деяким збільшенням частки піщаного матеріалу при зменшенні крупності черепашників. Таким чином, піщана фракція черепашників не теригенна і не може бути багатого на розсіпоутворюючі мінерали.

Для чорноморських відкладів Тендрівської ділянки встановлена ільменіт-гранат-силіманіт-рутил-циркон-апатитова мінералогічна асоціація, до якої також тяжіють ставроліт, піроксен, анатаз, турмалін та епідот (табл. 2).

Важкі мінерали приурочені до піщаних відкладів, поширених поблизу Тендрівської коси до ізобати 10–12 м. Ця глибина моря за гідродинамічними умовами [3, 4] є найбільш сприятливою для концентрації важких мінералів завдяки сортуванню теригенних компонентів, що відбувається під впливом хвильових процесів. Крім зони поширення пісків, підвищення концентрації розсіпоутворюючих мінералів спостерігається і на більшій глибині. В. П. Зенкович [4] відзначає, що для цієї ділянки шельфу хвильове переміщення матеріалу припиняється на глибині близько 20 м. Ця глибина, за нашими даними, також контролює

Таблиця 1. Гранулометричний склад чорноморських відкладів

Літологічний різновид	Псефіт, %	Псаміт, %	Алеврит, %	Пеліт, %	S_0
Черепашник	23,7–66,9	13,9–63,3	5,1–58,8	0,1–1,6	2,69–13,07
	50,1**	29,6**	19,6**	0,7**	5,43
Пісок	7,2–22,4	66,3–82,6	9,3–14,6	0,2–0,6	1,56–1,87
	16,7	71,4	11,4	0,5	1,74
Алеврит	1,1–7,9	1,1–20,8	70,9–97,1	0,1–0,7	1,38–2,44
	3,8	6,2	89,6	0,3	1,76

Примітка. Тут і в табл. 3: * S_0 — коефіцієнт сортування; ** — середній вміст.

лює підвищення вмісту важких мінералів у відкладах; поля їх підвищених концентрацій не виходять за ізобати 20–21 м.

Порівняння гранулометричного складу відкладів з вмістом мінералів також вказує на приуроченість розсіпоутворюючих мінералів до псамітової фракції: анатаз, апатит, рутил, силіманіт, циркон, гранат, ільменіт, ставроліт і турмалін знаходяться у стійкій позитивній кореляції з вмістом у відкладах псаміту. Таким чином, на ділянці спостерігається звичайна приналежність найбільших концентрацій важких мінералів до псамітових відкладів. Для чорноморських відкладів Тендрівської ділянки шельфу характерною також є залежність концентрації мінералів від ступеня сортування відкладів: чим краще відсортовані відклади, тим більший у них вміст теригенної важкої фракції. Ця залежність обумовлена ще й тим, що в погано відсортованих відкладах збільшується вміст біогенної (черепашкової) складової, що призводить до загального зменшення теригенних компонентів.

Слід зазначити, що для Тендрівської ділянки шельфу характерним є високий вміст розсіпоутворюючих мінералів не лише у хвилеприбійній зоні Тендрівської коси, де існує Тендрівський ільменіт-цирконовий розсіп, а і на більшій глибині — до 20 м. Тут спостерігається вміст ільменіту — 0,605 кг/м³ та циркону — 0,110 кг/м³, що навіть дещо перевищує їх середній вміст на Тендрівському розсіпі. Цей факт підтверджує, що при віддаленні від берегової смуги концентрація важких мінералів не падає різко, зменшуються лише їх розміри, а власне загальна концентрація залишається підвищеною ще до глибин 20, а іноді 30 м.

Цікавим з позицій розсіпоутворення на шельфі є концентрування золота. В чорноморських відкладах ділянки воно меншою мірою поширене, ніж в інших районах шельфу (див. табл. 2). Розподіл золота у відкладах на Тендрівській ділянці вкрай нерівномірний, як і на решті шельфу. Вміст золота в чорноморських відкладах ділянки знаходиться у позитивному кореляційному зв'язку з загальним вмістом важкої фракції та низкою мінералів — анатазом, апатитом, цирконом, ільменітом та турмаліном. Це свідчить про перевагу звичайних механізмів узбережного розсіпоутворення, які характерні для більш крупних зерен і характеризуються активними гідродинамічними умовами. Механізм переносу та відкладення теригенних частинок у таких гідродинамічних умовах не є сприятливим для концентрації тонкого "плавучого" золота, тут може відкладатися тільки більш крупне золото, поведінка якого подібна до поведінки інших розсіпоутворюючих мінералів, на що вказують позитивні кореляційні зв'язки з мінералами важкої фракції. Зважаючи на це, можна запропонувати перевипробування Тендрівського ільменіт-цирконового розсіпу з визначенням вмісту в його відкладах золота. Але зменшення середнього вмісту золота у відкладах цієї ділянки в порівнянні з іншими районами шельфу ще раз доводить перспективність шельфу саме на тонке золото, яке має зовсім інший механізм переносу та відкладення. Золото у межах Тендрівської коси може мати практичне значення лише при комплексній розробці існуючих розсіпів Ti–Zr-мінералів.

Таблиця 2. Вміст основних розсіпоутворюючих мінералів в чорноморських відкладах, кг/м³

Мінерал	Середній вміст	Min	Max	Фоновий інтервал
Ільменіт	0,298	0,027	0,964	0,176–0,419
Рутил	0,064	0,002	0,230	0,038–0,090
Циркон	0,044	Знак	0,173	0,020–0,069
Золото*	0,061	0,002	0,256	—

* Тут і в табл. 4: вміст золота, г/т.

Палеоберегова смуга новоевксинського етапу в цьому районі проходить на значній відстані від сучасної (чорноморської). Серед цих відкладів поширені, головним чином, середньо та погано відсортовані піски, доле яких приурочене до палеоберегової смуги. На більших глибинах зустрічаються поля відкладів дрібних алевритів. В цілому, тут спостерігається перевага піщаної фракції в прибережній частині, а частка псефітового матеріалу, представленого черепашками молюсків, та алевритового збільшується по нормалі від берегової смуги. Частка пелітового матеріалу в новоевксинських відкладах незначна і мало змінюється. Характерні типи новоевксинських відкладів ділянки наведено в табл. 3.

У північній частині ділянки новоевксинського етапу панували озерно-болотні умови, тому тут спостерігаються поля торфу та алевритів з великою кількістю органіки, які відклалися в межах узбережної заболоченої частини. На південь від цих полів фіксується поле розвитку пісків, які характерні і для всієї іншої частини узбережної зони.

Мінералогічні дослідження новоевксинських відкладів показали наявність ільменіт-силіманіт-дистен-апатит-піроксенової мінералогічної асоціації. Вміст важких теригенних мінералів у новоевксинських відкладах досить невисокий (табл. 4).

Тут в узбережних пісках спостерігається підвищення концентрації ільменіту, рутилу, апатиту, дистену та силіманіту. Значним можна вважати вміст ільменіту, але і він не досягає таких значень, щоб можна було фіксувати наявність активних процесів розсіп-утворення в новоевксинський час. Вміст золота також невеликий (див. табл. 4).

Механізм транспортування та відкладення золота відбувається за законами концентрування важких мінералів поблизу берега, про що свідчить наявність кореляційних зв'язків його з ільменітом, анатазом, епідотом і гранатом. Отже, ці відклади також непродуктивні на золоті розсіпопрояви.

Наведені дані свідчать, що для новоевксинських відкладів Тендрівської ділянки шельфу не характерні процеси розсіпоутворення як титан-цирконієвих мінералів, так і золота. Тут спостерігається звичайне незначне підвищення вмісту важких теригенних мінералів, включаючи й золото. Звичайні узбережні умови, які були характерними у новоевксинський етап, не давали підстав для вагомих процесів розсіпоутворення. На відміну від чорноморських відкладів, для яких характерна наявність у цьому районі акумулятивного тіла — Тендрівської коси, в новоевксинський час процеси морської акумуляції та шліхування у хвилеприбійній зоні не зазнавали вагомого розвитку, що не давало можливості концентру-

Таблиця 3. Гранулометричний склад новоевксинських відкладів

Літологічний різновид	Псефіт, %	Псаміт, %	Алеврит, %	Пеліт, %	S ₀
Алеврит	0,3–11,2	0,8–46,9	43,8–98,3	0,2–1,1	1,36–5,04
	4,2	13,9	81,3	0,5	2,46
Пісок	26,5–57,1	36,3–61,1	6,0–15,6	0,3–0,7	2,85–4,47
	36,4	52,2	10,9	0,5	3,51

Таблиця 4. Вміст основних розсіпоутворюючих мінералів в новоевксинських відкладах, кг/м³

Мінерал	Середній вміст	Min	Max	Фоновий інтервал
Ільменіт	0,195	0,063	0,428	0,118–0,273
Рутил	0,029	Знак	0,066	0,018–0,041
Циркон	0,012	"	0,054	0,003–0,022
Золото	0,017	0,002	0,044	—

ції традиційних для шельфу титан-цирконієвих мінералів. Щодо тонкого золота, то такі узбережні умови також несприятливі для його концентрації.

1. Резник В. П., Мудров И. А., Лебедь Н. И. и др. Новые данные о перспективности шельфа Черного моря на россыпи золота // Исследования шельфовой зоны Азово-Черноморского бассейна. – Севастополь: Морск. гидрофиз. ин-т НАН Украины, 1995. – С. 132–140. – [Сб.].
2. Резник В. П., Мудров И. А., Лебедь Н. И. Перспективные находки россыпного золота на Северо-Западном шельфе Черного моря // Геология морей и океанов: Тез. докл. XI Междунар. шк. морск. геол. Т. 11. – Москва, 1994. – С. 240.
3. Зенкович В. П. Морфология и динамика советских берегов Черного моря. Т. 2. – Москва: Изд-во АН СССР, 1960. – 215 с.
4. Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов. – Москва: Изд-во АН СССР, 1962. – 710 с.

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова

Надійшло до редакції 28.12.2000