
В.В. Іванченко, А.М. Квітка

Відділення морської геології та осадового рудоутворення НАН України, Київ

АУТИГЕННІ СУЛЬФІДИ У ДОННОМУ ОСАДІ РІЧОК УКРАЇНИ

Наведено результати мікроскопічних досліджень сульфідів, що утворюються в сучасному осаді річок України. Встановлено вертикальну мінералогічну зональність алювіальних відкладів. У їх покрівлі утворюються оксиди й гідроксиди заліза, нижче кисневого бар'єру кристалізується марказит, а у підшві розрізу марказит частково заміщується піритом. Утворені на етапах діагенезу річкового осаду сульфіди можуть мати пошукове значення і є одним із джерел накопичення марказиту і піриту в сучасних осадах Чорного і Азовського морів.

Ключові слова: марказит, пірит, гідроксиди заліза, золото, мікросфероліти, діагенез, річковий осад.

Вступ

Діагенез, як стадія перетворення осаду у гірську породу починається відразу після виникнення осаду і закінчується при утворенні з нього осадової гірської породи — як міцної, цементованої, так і пухкої або яка не втратила здатності розмокати. Потужність зони діагенезу морських осадів досягає сотень метрів, а його тривалість — десятків і сотень тисяч років. Глибина діагенетичних перетворень пропорційна швидкості осадконагромадження [6, 7]. Річкові відклади мають значно менший час формування, а їх потужність (в умовах України) не перевищує перших десятків метрів. Діагенетичні перетворення відбуваються в умовах постійного переміщення та перемиву алювію і тому менш помітні. Проте вони чутливо реагують на зміну окислювально-відновлювальних умов середовища та наявність біоти, впливають на формування осадових порід і корисних копалин в системі «ріка-море». Сучасні річкові осади є також індикаторами екологічного стану водозбірних площ з розвинутою промисловою та сільськогосподарською інфраструктурою [1—5]. Тому дослідження мінералогічних індикаторів діагенезу річкових відкладів мають важливе теоретичне і практичне значення.

© В.В. ІВАНЧЕНКО, А.М. КВІТКА, 2014

Утворення сульфідів на стадії діагенезу осадів досліджували М.М. Страхов, М.В. Логвиненко, Н.Б. Вассоевич, Є.Ф.Шнюков та інші дослідники. [6—10]. Значення твердого стоку річок, що впадають у Дніпровсько-Бузький лиман, висвітлено в роботах [9, 10].

Зокрема, в осадах Дніпро-Бузького лиману та пониззі Дніпра і Південного Бугу виявлені пірит, марказит і пірит-марказитові стяжіння, ооліти і сфероліти. Сульфідні тяжіють до багатих рослинними залишками мулових відкладів пригірлових фацій річок Дніпро, Інгулець, Південний Буг і, особливо, Інгул. Це свідчить, що аутигенне утворення сульфідів, характерне для осадових порід багатьох регіонів, починається вже в сучасних річкових осадах. Відповідні умови для цього виникають у верхньому шарі мулу (гірлова область річок Південний Буг та Інгул) або на глибині 3—4 м від контакту його з річковою водою (гірло р. Інгулець). Таким чином, принаймні частину пірит-марказитових мікрооолітів і сферолітів принесено в Дніпро-Бузький лиман у складі твердого стоку річок, тобто вони є аллотигенними компонентами осадів лиману [2—4].

Мета досліджень

В даній роботі продовжено дослідження сульфідів у донних осадах річок Північного Причорномор'я з метою визначення генетичних особливостей, масштабів і етапів сульфідотворення, що супроводжують річковий седиментогенез. Завдання полягало у визначенні видового складу і характеру розподілу сульфідів у розрізі річкового осаду, дослідженні морфології та внутрішньої будови їх індивідів і агрегатів, встановленні парагенетичних та асоціативних зв'язків річкових сульфідів з іншими мінералами осаду.

Методика

Вивчено матеріали щорічних експедицій, організованих Відділенням морської геології та осадового рудоутворення НАН України (Криворізький відділ), КП «Південьгеоцентр» та інших геологічних організацій. Проби осаду відбиралися з дна річок та керну пошукових свердловин на розсипне золото в інтервалі глибин 0—55,0 м. При цьому товща води над осадом становила від 0,5 (на річкових перекатах) до 15 м (водосховища). Обстежено річки й лимани Північного Причорномор'я та Кримського півострова. Відміту у лотках, на концентраційному столі та установці «Говерла», а також виділену в повітряному потоці важку фракцію річкового осаду досліджено методами оптичної і електронної мікроскопії, мікрозондового аналізу.

Результати

У вивченому осаді виявлено численні мінеральні новоутворення, характерні для стадії діагенезу: марказит, пірит, оксиди й гідроксиди заліза, карбонати. Розподіл зазначених мінералів у розрізі осаду носить закономірний характер. У верхній частині, орієнтовно від 0 до 0,5 м, домінують оксиди й гідроксиди заліза (гематит у вигляді мартиту, гетит, лепідокрокит, гідрогетит). Від глибини 0,5 м, нижче кисневого бар'єру, в осаді поступово збільшується кількість сульфідів (марказиту, піриту). Зі збільшенням кількості пелітової компоненти річкового осаду,

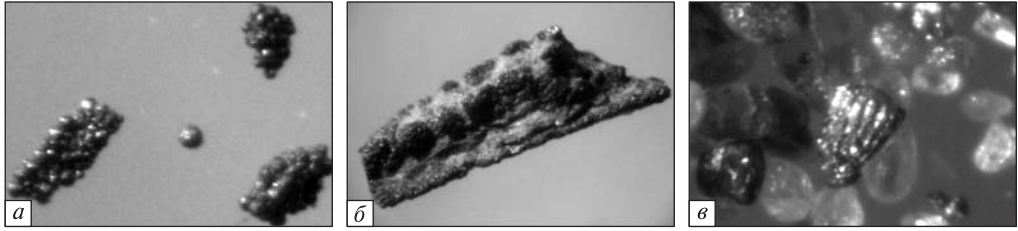


Рис. 1. Аутигенний марказит у вигляді грудочок і сферолітових агрегатів (а, р. Бельбек, м. Севастополь, зб 300), фітоморфоз (б, р. Бельбек, зб 190) та зооморфоз (в, р. Дніпро, м. Херсон, зб 100) у складі алювію

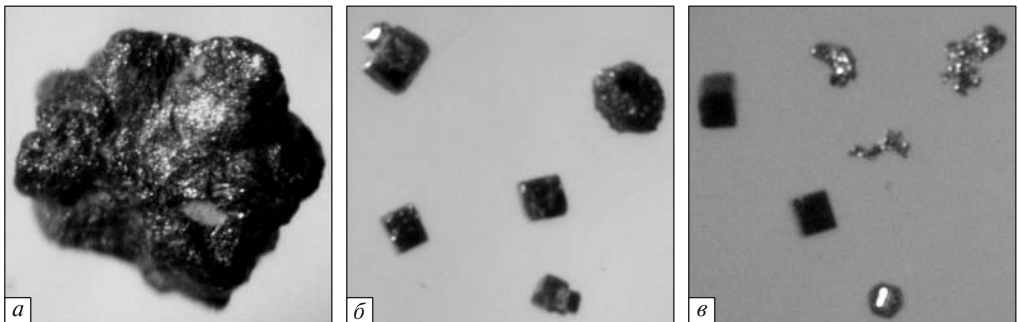


Рис. 2. Сфероліт (а, зб. 70) та ідіоморфні мікрокристали (б, в, зб. 125) аутигенного піриту і тонкого золота (в) з річкового осаду в дельті Дніпра

що містить значну кількість рослинних залишків, вміст сульфідних новоутворень збільшується. В усіх ділянках розрізу присутні карбонати: кальцит і арагоніт.

Від витoku в напрямку дельти інтенсивність аутигенного мінералоутворення в осаді річок збільшується. Цьому сприяє уповільнення течії в межах Причорноморської низини, збагачення осаду органічними рештками і бактеріями, загальне збільшення потужності річкового осаду. Геохімічний бар'єр в межах системи «ріка-море» значно збільшує обсяги накопичення сульфідів.

Розмір виділень марказиту і піриту змінюється від кількох мікрон до 1–2 мм. Домінують сплюснені кірки, плівки, жовна, грудочки та інші агрегати сульфідів. При транспортуванні та перевідкладенні раніше утвореного осаду вони розпадаються на кулясті «елементарні» мікросфероліти діаметром 0,01–0,1 мм, що легко відокремлюються від основного агрегату (рис. 1, а). Деякі виділення марказиту мають вигляд видовжених, сплюснених, рідше кулеподібних фіто- та зооморфоз (рис. 1, б, в). Їх наявність свідчить, що важливу роль в аутигенному мінералоутворенні відіграють мікроорганізми, які переробляють органічні залишки, що у значних кількостях утворюються і накопичуються в екосистемі річки, або транспортуються з водозбірної території.

В найглибших, приплотикових шарах річкового осаду поряд з марказитом відзначаються виділення аутигенного піриту. Вони мають вигляд радіально-променистих агрегатів, сферолітів, стяжінь неправильної форми або дрібних ідіоморфних кристалів кубічного, октаедричного та пентагондодекаедричного габітусу (рис. 2). При перекристалізації марказитових сферолітів у пірит найбільша вісь L_2 кристалів марказиту, зорієнтована радіально від центру сфероліту,

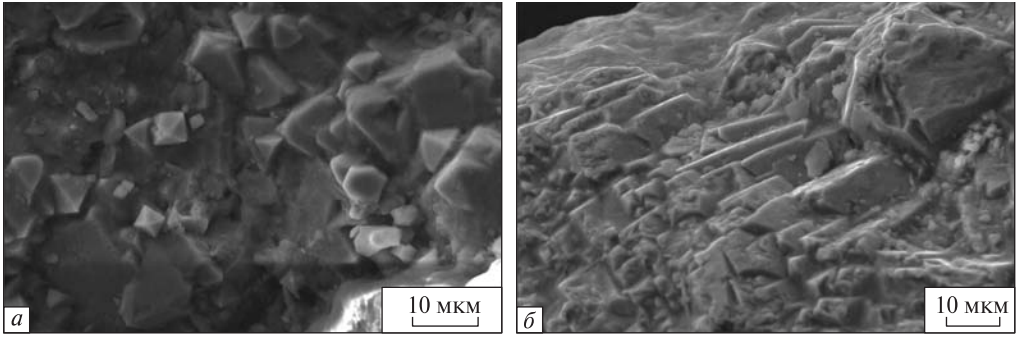


Рис. 3. Мікроскульптура сферолітів марказиту (а) і піриту (б) за даними растрової електронної мікроскопії. Річковий осад у дельті р. Дніпро

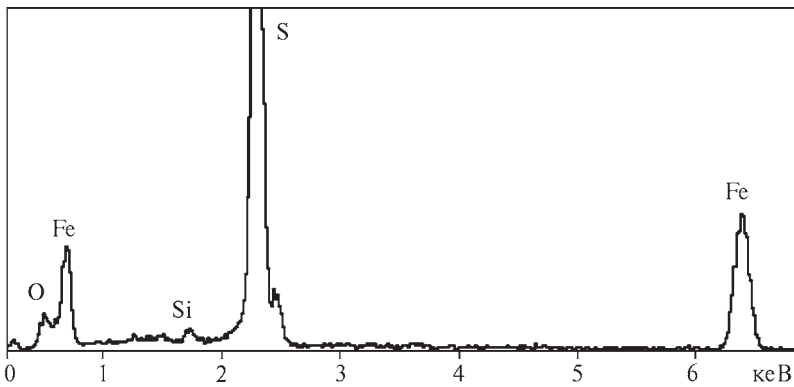


Рис. 4. Результати мікрозондового дослідження хімічного складу сферолітів марказиту

трансформується у вісь L_3 піриту. Тому на поверхні новоутворених піритових сферолітів найчастіше спостерігаються вершини частково деформованих кубічних кристалів з виходами вісі L_3 (рис. 2, а).

В асоціації з мікросферолітами марказиту та дрібними ідіоморфними кристалами піриту трапляється виділення пилоподібного та тонкого золота у вигляді зігнутих пластин неправильної форми, ниточок тощо (рис. 2, в).

Мікроскульптура поверхні марказитових і піритових агрегатів з річкового осаду вивчалася за допомогою електронного мікроскопу, а їх склад — мікрозонду (зав. Лабораторії електронної мікроскопії ІГН НАН України С.Б. Шехунова). Встановлені характерні форми ромбічної і кубічної сингоній відповідають формулі FeS_2 (рис. 3, 4).

Отже у розрізі річкового осаду спостерігається закономірна зміна залізовмісних мінералів. У верхній, добре аерованій частині покладу домінують оксиди й гідроксиди заліза. Нижче їх місце займає марказит, який у приплотикових ділянках осаду частково заміщується піритом. При цьому скупчення кулястих виділень марказиту перекристалізуються з утворенням радіально-променистих агрегатів піриту, а окремі мікросфероліти марказиту трансформуються в ідіоморфні (кубічні, октаедричні та пентагондодекаедричні) мікрочастини піриту.

Спільне перебування золота з певними морфогенетичними відмінами сульфідів носить, напевно, асоціативний (не генетичний) зв'язок. Тим не менш,

його можна використовувати як один з пошукових мінералого-літологічних критеріїв можливої золотоносності річкових осаdів у Північному Причорномор'ї.

Постседиментаційний генезис і приуроченість до збагачених органічними залишками ділянок розрізу дозволяють кваліфікувати новоутворення сульфідів як прояви діагенезу річкового осаду. Значні масштаби мінералоутворення на етапах діагенезу річкового осаду, на думку авторів, впливають і на мінеральний склад відкладів Чорного, Азовського та інших морів. Встановлені там кулясті мікросфероліти сульфідів [9, 10] можуть бути частково утворені в акваторії морів, а частково — принесені з континенту у складі діагенетично перетвореного річкового осаду.

Висновки

1. У донному осаді річок України відзначається постійна присутність сульфідів заліза: марказиту та піриту. Їх вміст закономірно зростає від витoku до гирла річки і досягає максимуму в багатих гумусом мулових відкладах на глибинах понад 3—4 м.

2. Сульфіди надзвичайно варіативні морфологічно та за анатомією мінеральних індивідів і агрегатів, трапляються у вигляді зоо- та фітоморфоз. Серед численних морфологічних відмін спостерігається закономірна зміна від грудкоподібних стяжін та мікросферолітів до ідіоморфних кристалів різноманітного і теж варіативного габітусу.

3. За морфолого-генетичними ознаками досліджені сульфіди є аутигенними компонентами річкового осаду (хімічно осадженими, перекристалізованими та утвореними в результаті життєдіяльності бактерій).

4. Постійне спільне перебування певних типів сульфідів та тонкого золота ставить питання про можливість використання їх як одного з пошукових критеріїв золотоносності алювіальних відкладів.

5. Масштабні процеси річкового сульфідоутворення свідчать про можливість виносу їх до морського басейну з річковим стоком. Тобто принаймні частина сульфідів сучасних морських осаdів може мати континентальне (річкове) походження.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Агаджанов М.Є., Бобко А.О., Малахов І.М., та ін. Літологія сучасних донних осаdків поверхневих водойм Криворізького залізорудного басейну. Кривий Ріг, 2008. — 110 с.
2. Бобко А.А., Іванченко В.В., Малахов І.Н. О влиянии техногенного твердого стока рек на процессы осадконакопления в Днепровско-Бугском лимане // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. — 2007. — № 4. — С. 99—108.
3. Іванченко В.В., Журавель Н.Р. Мінералогія донних відкладів р. Інгулець // Записки Українського мінералогічного товариства. 2011. — том 8. — С. 99—102.
4. Літологія сучасних донних осаdків поверхневих водойм Криворізького залізорудного басейну// під ред. І.М. Малахова (сер. Геологічне середовище антропогенної екосистеми), Кривий Ріг, Оксан Принт, 2008. — 110 с.
5. Малахов І.М., Алвохіна Т.М., Іванченко В.В. та ін. Методичні питання вивчення трансформації геологічного середовища у гірничо-видобувних регіонах. // Геологічне середовище антропогенної екосистеми. Кривий Ріг, 2011. — 170 с.
6. Справочник по литологии. Под ред. Н.Б. Вассоевича, В.Л. Либровича, Н.В. Логвиненко, В.И. Марченко. —М.: Недра, 1983. — 509 с.

7. *Страхов Н.М.* Диагенез осадков и его значение для осадочного рудообразования // Изв. АН СССР. Серия геол. 1953. — № 5. — С. 12—49.
8. *Страхов Н.М.* К познанию диагенеза // Вопросы минералогии осадочных образований. 1956. — 304 с.
9. *Шнюков Е.Ф., Мельник В.И., Иноземцев Ю.И.* и др. Геология шельфа УССР: Литология. Киев, 1985. — 190 с.
10. Геология Черного и Азовского морей / Под ред. Е.Ф. Шнюкова. — К.: Наукова думка, 2000. — 338 с.

Стаття поступила 20.03.2013

В.В. Иванченко, А.Н. Квитка

АУТИГЕННЫЕ СУЛЬФИДЫ В ДОННОМ ОСАДКЕ РЕК УКРАИНЫ

Приведены результаты микроскопических исследований сульфидов, образующихся в современном осадке рек Украины. Выявлена вертикальная минералогическая зональность алювиальных отложений. В их кровле образуются оксиды и гидроксиды железа, ниже кислородного барьера кристаллизуется марказит, а в подошве разреза марказит частично замещается пиритом. Образованные на этапе диагенеза речных осадков сульфиды могут иметь поисковое значение и являются одним из источников накопления марказита и пирита в осадках Черного и Азовского морей.

Ключевые слова: марказит, пирит, гидроксиды железа, золото, микросферолиты, диагенез, речной осадок.

V.V. Ivanchenko, A.N. Kvitka

AUTOGENOUS SULFIDES IN BOTTOM SEDIMENTS OF THE UKRAINIAN RIVERS

The results of microscopic studies of sulphides formed in contemporary river sediment are shown. Vertical mineralogical zonality of alluvial sediments is discovered. Oxides and hydroxides of iron form in their top zone, marcasite crystallizes, lower oxygen barrier, and at the bottom of the section marcasite is replaced by pyrite. Sulphides formed during the early stage of river sediments diagenesis can make searching importance. They are one of the sources of marcasite and pyrite accumulation in sediments of the Black Sea, and Azov.

Key words: marcasite, pyrite, hydroxide of iron, gold, micro-spherulites, diagenesis, river sediment.