

<https://doi.org/10.15407/gpimo2022.03.016>

В.В. Іванченко, канд. геол.-мін. наук, доцент, зав. відділом

e-mail: wvanchenko@ukr.net

ORCID 0000-0003-4889-8975

В.О. Ємельянов, чл.-кор. НАН України, д-р геол.-мін. наук, проф., головн. наук. співроб.

e-mail: eva@nas.gov.ua

ORCID 0000-0002-8972-0754

А.В. Іванченко, пров. інж.

e-mail: avi3751@ukr.net

ORCID 0000-0001-7989-7380

М.В. Беліцька, канд. геол. наук, наук. співр.

e-mail: belitska.mv@gmail.com

ORCID 0000-0003-3823-8738

ДНУ "МорГеоЕкоЦентр НАН України"

01054, Київ, вул. Олесь Гончара, 55 б

ВПЛИВ АУТИГЕННИХ МІНЕРАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ І СКУПЧЕНЬ НА ПРОЦЕСИ ПРИРОДНОГО І ТЕХНОГЕННОГО СЕДИМЕНТОГЕНЕЗУ

Охарактеризовані зростки і скупчення (магнітні і електростатичні флокули і міцели) мінералів у складі седименту природних і техногенних водоїм, а також у технологічному циклі гірничо-металургійних підприємств, та їх вплив на седиментаційну диференціацію речовини і ефективність сепарації руд та переробки промислових відходів.

Ключові слова: седимент, аутигенні мінерали, зростки, флокули, міцели.

Вступ

Морфологія, внутрішня будова, фізичні властивості мінеральних зерен та їх розмір відіграють важливу роль у процесах осадження речовини з водного потоку. Седиментаційна диференціація часточок завису за цими ознаками приводить до швидкого осадження одних мінералів і утворення розсипів та транспортування на значні відстані і розсіювання в кінцевих басейнах седиментації — інших. В рівній мірі це стосується також і техногенних поверхневих басейнів: водосховищ, шламонакопичувачів, хвостосховищ, в межах яких накопичені надмірні об-

Цитування: Іванченко В.В., Ємельянов В.О., Іванченко А.В., Беліцька М.В. Вплив аутигенних мінеральних агрегатів і скупчень на процеси природного і техногенного седиментогенезу. *Геологія і корисні копалини Світового океану*. 2022. **18**, № 3: 16—26. <https://doi.org/10.15407/gpimo2022.03.016>

сяги мінеральної сировини, а також гідроциклонів, дешламаторів та іншого обладнання збагачувальних фабрик. Значний вплив штучно утворених осадів на економіку і довкілля обумовлюють необхідність вивчення техногенних водойм разом з природними аналогами. Крім того, деякі особливості «індустріального» седиментогенезу можуть бути корисними і для розуміння суто природних процесів. В статті наведено досвід спільного розгляду природних і штучно утворених мінеральних зросткових агрегатів і стаян (магнітних і електростатичних флокул і міцел) на методологічній базі літологічних досліджень природних об'єктів.

Аналіз літературних джерел

Велика кількість публікацій висвітлює важливу наукову і практичну значимість седиментаційного процесу. В них наведені результати мінералогічних досліджень алювію та морських відкладів при пошуках теригенного золота [6—10, 12, 23], алмазу [14, 24], ільменіт-рутил-цирконових розсипів з монацитом, гранатом [2, 16, 22], магнетитом [21, 25] та іншими мінералами. Встановлено значне техногенне забруднення сучасних природних водойм мінералами важких металів та інших елементів, глин, органічними сполуками тощо [1, 3, 11, 19, 25, 26].

Накопичення рудних мінералів у штучних водоймах представляють собою техногенні осадові руди чорних, кольорових благородних металів та рідкоземельних елементів, що потребують вивчення, збагачення та повторного використання [11, 13, 15, 19]. Для них повинні використовуватися всі методи літологічних, мінералого-технологічних досліджень, що застосовуються при вивченні і освоєнні природних осадових руд.

Все ж, у більшості публікацій розглядається вплив мінеральних індивідів на седиментогенез, тоді як значення агрегатів і скупчень зерен осаду висвітлені у меншій мірі.

Проблема полягає у необхідності більш детального дослідження зростків і скупчень, їх природи та впливу на динаміку і продукти природних і штучних процесів осадження, розмиву та перенесення мінеральної речовини.

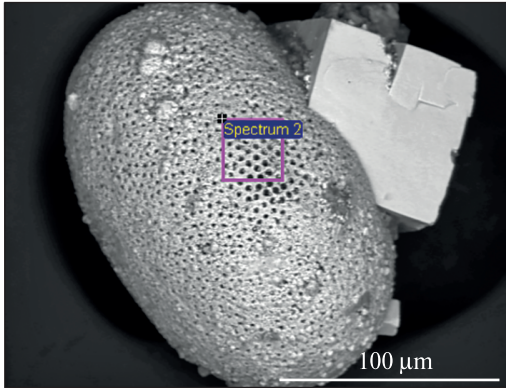
Об'єкти досліджень: осади шельфу північної частини Чорного моря в районі сопки грязьового вулкану МГУ [17] (надано акад. Є.Ф. Шнюковим), прибережні осади північної частини Азовського моря, лиманів, алювій Дунаю, Дніпра та їх приток, осади хвостосховищ і шламсховищ гірничозбагачувальних комбінатів Криворізького гірничо-металургійного регіону.

Результати

Досліджені осади містять різноманітні зростки мінеральних часточок та їх скупчення, утворені *in situ* в процесах природного і техногенного седиментогенезу.

Зростки мінеральних індивідів (класичні агрегати), як продукти хемотропних і біо-хемотропних процесів утворюють різноманітні агрегати — зернисті, друзи, щітки, кірки тощо (рис. 1).

Специфічні мінерало-органічні агрегати спостерігаються у верхньому замуленому шарі алювію дельтових ділянок річок України (рис. 2 а, б). Вони представлені субмікроскопічними сферолітами марказиту, зафіксованими в матриці рослинних решток. Значне поширення процесів діагенезу Fe та S з утворенням



Element	Weight, %	Atomic, %
Al K	1.16	1.72
Si K	2.34	3.23
S K	54.08	65.55
Fe K	42.39	29.50
Totals	100.00	

a

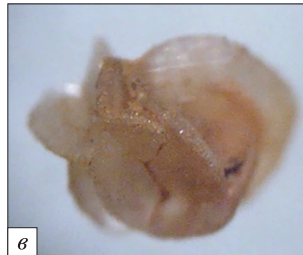


Рис. 1. Агрегати аутигенних мінералів у складі осаду природних і техногенних водойм: *a* — органічного і хемогенного піриту у глибоководному осаді Чорного моря (гл. 2600 м), колекція акад. Є.Ф. Шнюкова; *б* — дисконидних кристалів гематиту, шламосховище гірничо-металургійного комбінату «АрселорМіттал Кривий Ріг» (АМКР); гіпсові «троянди» в аловій р. Саксагань (*в*) і Інгuleць (*г*); *a* — растрова електронна мікроскопія (РЕМ), мікрозондовий аналіз (МЗА); *б* — електронна мікроскопія, репліка з вилученням; *в, г* — тринокулярний мікроскоп. Збільшення: *б* — 15000[×]; *в* — 80[×]; *г* — 50[×]

сульфідів у збагаченому органікою мулі пониззя річок України та внутрішнього шельфу Амазонки охарактеризовано в роботах [5, 18].

Специфічні за формою і складом агрегати вторинних мінералів утворюються внаслідок гіпергенного заміщення промислових часточок металів, металургійних шлаків і шламів (рис. 2, *в*). Як природні, так і техногенні гідросистеми збагачені частково або повністю гідратованими оксидами, карбонатами, силікатами тощо. Вони є проявом глибоких кристалохімічних змін мінералів кристалічних гірських порід і руд в обводненому середовищі, збагаченому розчинними катіонами лужних елементів. Гідратація силікатів супроводжується розділенням їх зерен на субтонкі, обводнені, лускуваті агрегати. Вони утворюють пакети надтонких паралельних лусок або зігнуті червоподібні структури, наближені до форм, характерних для осадового каоліну (рис. 2, *г*). Гідратація силікатів та наступна абсорбція катіонів поверхнею новоутворених агрегатів каолініту, смектиту та інших глинистих мінералів приводить до збагачення осаду Fe, Mg, Sc, V, Co, Cr і Ni та суттєвого забруднення кольоровими металами Cu, Zn і Pb алювію річок на сході Індії [25].

Агрегатоутворення значно збільшує площу поверхні мінеральних часточок і сприяє транспортуванню їх водним потоком на значну відстань. Аналогічно, пустотілі кулясті агрегати металевого заліза і його оксидів металургійного походження надзвичайно рухливі у водному і повітряному потоках, що сприяє міграції

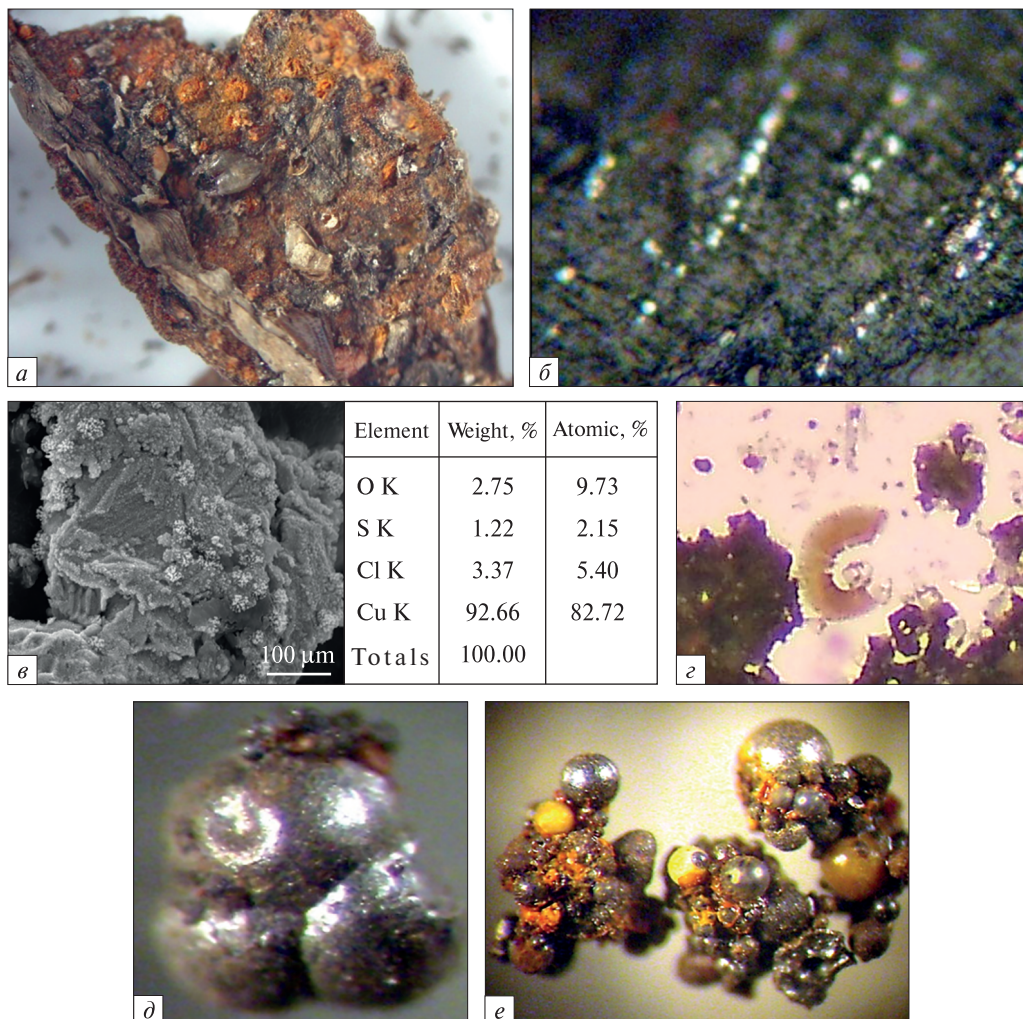


Рис. 2. Аутигенні натічні агрегати гідроксидів заліза за участю рослинних залишків в аеробних умовах верхнього шару донного осаду (а); фітоморфоза з кулястими виділеннями марказиту, утвореного в анаеробних умовах (б); натічні агрегати оксидів і сульфідів на поверхні техногенної часточки міді, що виникли на межі окислювальних та відновлюваних умов осаду (в); гідратовані, каолінізовані, розщеплені на луски та повністю змінені силікати у пульпі рудозбагачувальної фабрики (г); д, е — металеві щільні і порожнисті кулясті агрегати у відстійниках металургійних шламів; а — р. Саксагань, м. Кривий Ріг; б — р. Інгулець, м. Снігурівка; в — Чорне море, гирло р. Дунай; г — Північний ГЗК; д, е — АМКР; а, б, д, е — триокулярний мікроскоп; в — РЕМ, МЗА; г — імерсійний препарат. Збільшення: а — 15[×]; б — 400[×]; г, д — 100[×]; е — 80[×]

їх за межі відстійників промислових підприємств та забрудненню навколишнього середовища (рис. 2 д, е).

Зростки карбонатного складу дуже поширені у донних відкладах природних і штучних водойм, та утворюють велику кількість різноманітних агрегатів: натічні форми, друзи, щітки, кірки, розгалужені сноповидні агрегати тощо. На їх поверхні адсорбується забруднення нафтопродуктами, завдяки техногенним гідроксидів заліза, мікропластик та інше техногенне забруднення водойм (рис. 3).

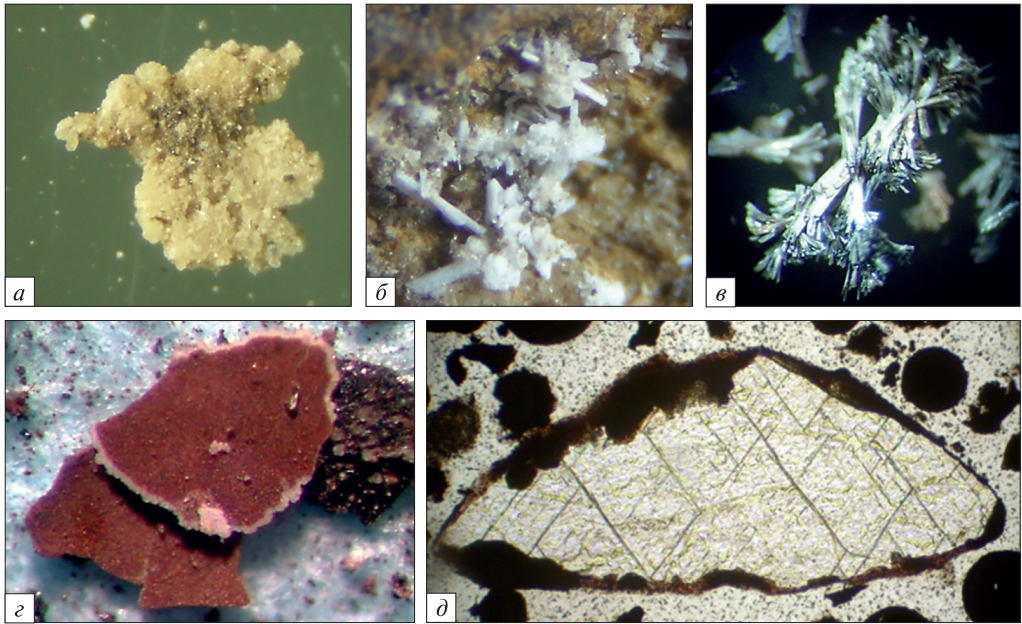


Рис. 3. Агрегати карбонатного складу в осадах природних і штучних водойм: *a* — натічні агрегати кальциту; *б* — щітка арагоніту; *в* — забруднені нафтопродуктами голчасті агрегати розщеплених кристалів арагоніту; *г*, *д* — щітки і кірки кальциту з присипкою гідроксидів заліза; *a* — р. Інгулець, *б* — р. Саксагань; *в* — Кінбурська коса, с. Геройське; *г*, *д* — шламонакопичувач АМКР; *a–г* — тринокулярний мікроскоп; *д* — імерсійний препарат. Збільшення: *a*, *г* — 40[×]; *б*, *д* — 80[×]; *в* — 100[×]

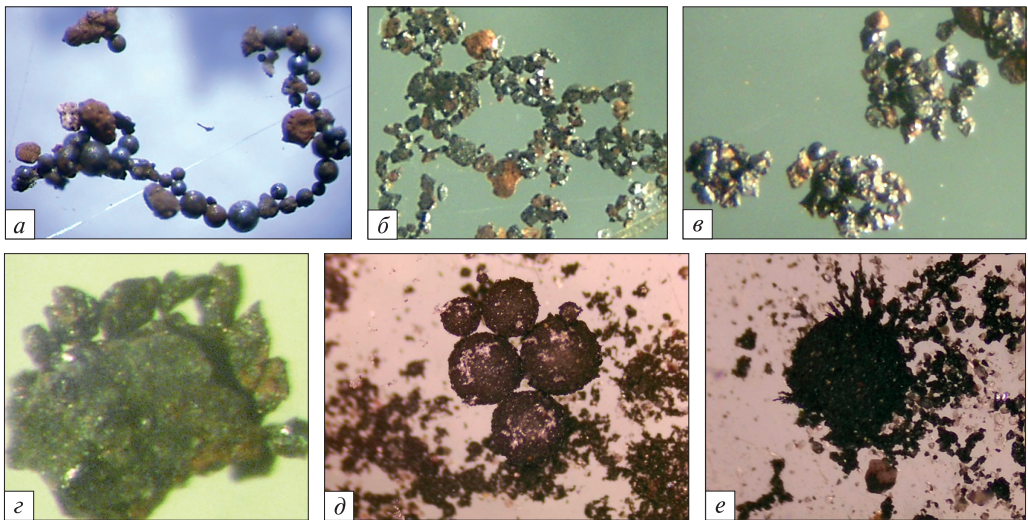


Рис. 4. Закономірні скупчення металевих куль, магнетиту, гематиту та інших магнітних і слабomagнітних мінералів (магнітні флокули) у водному потоці та осаді природних і техногенних водойм: *a* — лінійні; *б* — кільцеві; *в*, *г* — грудкуваті; *д* — порожнисті кулясті з пухирцями повітря; *е* — комбіновані; *a* — шлам АМКР; *б*, *в* — осад р. Саксагань, м. Кривий Ріг; *г* — донний осад північного шельфу Чорного моря (гл. 2600 м), колекція акад. Є.Ф. Шнюкова; *д*, *е* — пульпа Південного ГЗК; *a–г* — тринокулярний мікроскоп; *д*, *е* — тринокулярний мікроскоп, імерсія. Збільшення: *a–в* — 80[×]; *г* — 150[×]; *д*, *е* — 100[×]

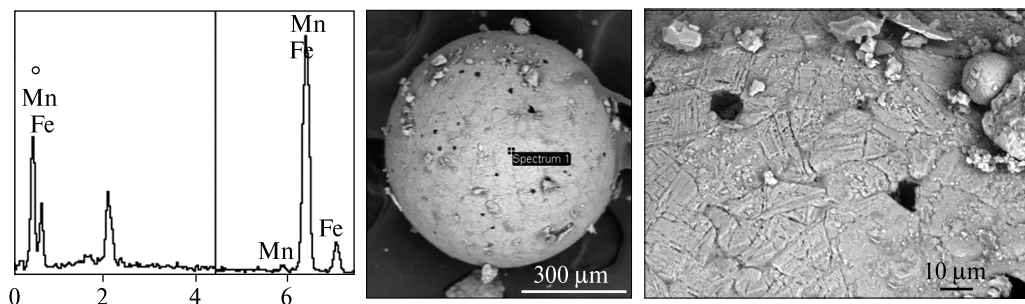


Рис. 5. Мозаїчний агрегат сплюснених індивідів магнетиту у вигляді кулястого пустотілого сфероїду. Донний осад р. Дніпро, с. Корсунка. РЕМ, МЗА

Скупчення мінеральних зерен у вигляді магнітних флокул і міцел, як і мінеральні агрегати, відіграють важливу роль у процесах природного і техногенного седиментогенезу.

Магнітні флокули утворюються за рахунок взаємодії магнітних полюсів (N—S) відокремлених часточок феромагнітних мінералів осаду: магнетиту, ільменіту, металевого заліза та їх мікроскопічних включень в немагнітних і слабомагнітних мінералах. Сили, що утримують часточки у флокулі, досить слабкі. Тому у рухомому водному потоці флокули перманентно розпадаються і утворюються знову, забезпечуючи постійну більш-менш значиму присутність у складі осаду. Більшу схильність до флокуляції демонструють тонкозернисті (алеврито-пелітові) осади. В меншій мірі флокулюються магнітні часточки алевритів і дрібнозернистих пісків. Остаточна фіксація флокул відбувається після ущільнення і зневоднення осаду. Вона спостерігається в шліфах ущільнених металургійних шламів.

Морфологічно магнітні флокули утворюють кілька різновидів: одновимірні ланцюжкові (рис. 4, а), двовимірні кільцеві та спіралевидні (рис. 4, б), тривимірні грудкуваті (рис. 4 в, з), кулясті, у тому числі порожнисті (рис. 4, д) та комбінації ланцюжкових і кулястих флокул, що взаємодіють у спільно створеному магнітному полі (рис. 4, е). Всі різновиди флокул складаються з рудних і нерудних мінералів. Кулясті магнітні флокули містять також мікроскопічні повітряні вакуолі. Це істотно збільшує рухливість та вірогідність флокуляції у водному потоці (див. рис. 4 д, е). Сегрегація магнітних куль різного розміру на поверхні більш крупних кулястих скупчень магнетиту характерно також для алювіальних відкладів Дунаю [21]. В рудній пульпі рудозбагачувальних фабрик автори спостерігали скупчення дрібних порожнистих магнітних куль, розміром 0,04—0,06 мм навколо поодиноких флокул, розміром 200—400 мкм.

Ущільнення та перекристалізація кулястих магнетитових флокул з внутрішніми пухирцями повітря, ймовірно, спричинили утворення в анаеробних умовах донного осаду (початкові етапи діагенезу) мозаїчних зросткових агрегатів магнетиту у вигляді кулястих пустотілих сфероїдів (рис. 5). Вирішальна роль внутрішніх газових пухирців в утворенні досить поширених у сучасному осаді магнітних куль очевидна. Сучасний осад є газонасиченою системою. Природа газів може бути різною: ювенільні джерела, індустриальне походження, діяльність живих організмів, атмосферні гази.

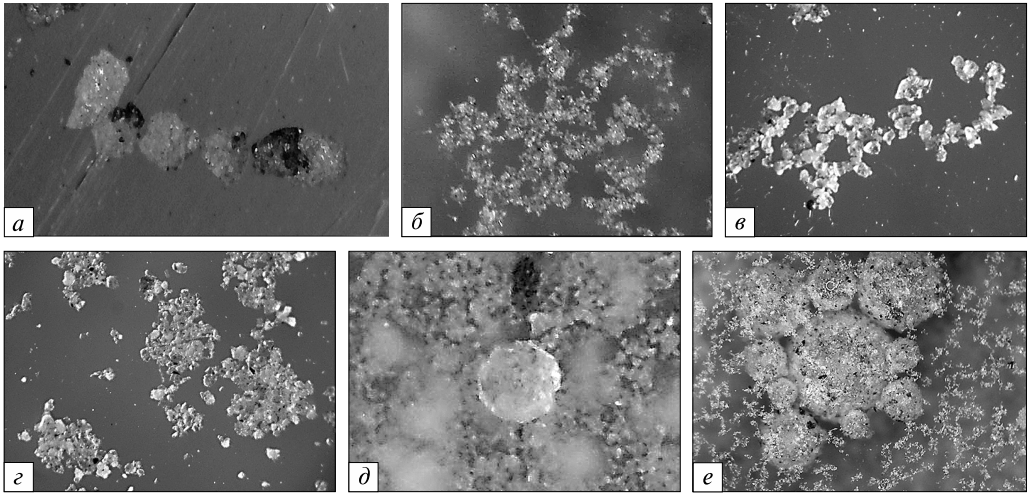


Рис. 6. Скупчення кварцу у водному потоці та осаді природних і штучних водойм: *a* — одномірні ланцюжкові; *б* — двомірні розгалужені; *в* — кільцеві; *г* — грудкуваті; *д* — кулясті; *е* — кулясті з внутрішніми повітряними пухирцями; *a, б, д* — злив класифікаторів Південного ГЗК; *в, г* — пляжний пісок Азовського моря, Арабська стрілка; *е* — пульпа Північного ГЗК. Тринокулярний мікроскоп. Збільшення: *a–д* — $100\times$; *е* — $600\times$

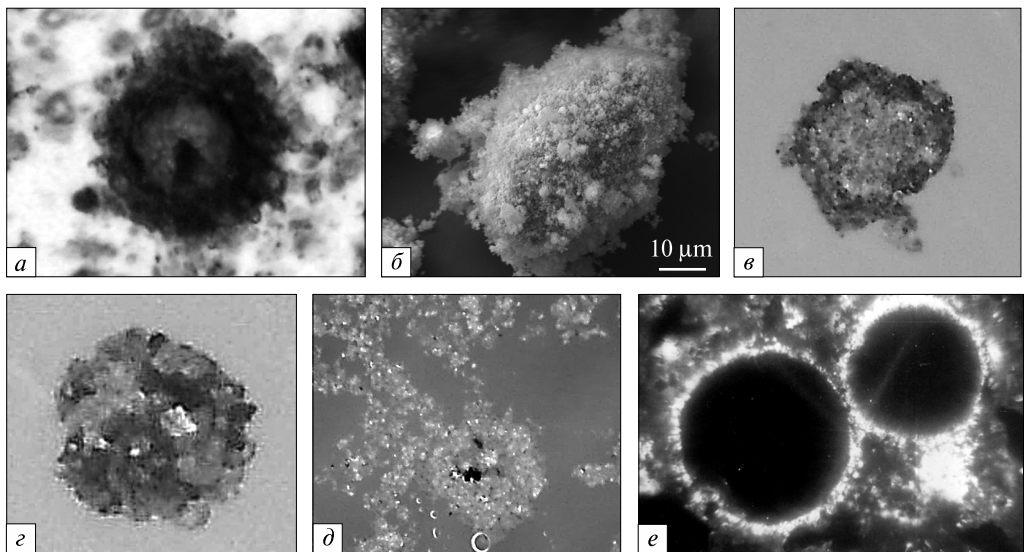


Рис. 7. Полімінеральні міцели у донному осаді природних і штучних водойм: *a* — будова силікат—карбонат—гідроксидної міцели; *б* — те ж, зовнішній вигляд; *в, г* — зональні кулясті міцели з кварцовим ядром та магнетитовою з домішкою кварцу зовнішньою зоною; *д* — міцела з магнетитовим ядром і кварцовою оболонкою; *е* — осадження карбонатів на кулях металургійного скла; *a, б* — донний мул Карачунівського водосховища; *в–д* — пульпа Південного ГЗК перед магнітною сепарацією; *е* — донний осад шламосховища АМКР; *a* — імерсійний препарат; *б* — РЕМ; *в–д* — тринокулярний мікроскоп; *е* — поляризаційний мікроскоп, ніколі +. Збільшення: *a* — $600\times$; *в, г, е* — $400\times$; *д* — $120\times$

Перетворення магнітних флокул у зросткові агрегати відбувається також внаслідок цементації часточок заліза і оксидів гіпергенними гідроксидами заліза (див. рис. 2, е).

Електростатичні міцели кварцу та інших немагнітних мінералів морфологічно схожі на флокули магнетиту. Серед них також виявлені ланцюжкові форми. Кінцеві та деякі внутрішні зерна ланцюжків мають некомпенсовані електростатичні заряди, тому ланцюжки створюють розгалужені та кільцеві флокули, грудкуваті, кулясті, у тому числі, з пухирцями повітря. Частинки осаду утримуються електростатичними силами, носіями яких є, переважно, кварц, а при наявності внутрішніх пухирців повітря, — ще й силами поверхневого натягіння (ефект флотації). Повітряно-мінеральні міцели мають форму ідеальних, різних за розміром, куль. Крім кварцу містять захоплені зерна інших мінералів. У водному потоці вони дуже рухливі. Щойно утворені дрібні скупчення групуються навколо більших за розміром міцел, які свого часу розпадаються і утворення міцел починається знову.

Розміри часточок кварцу у складі стяжінь — від 0,15 мм (прості ланцюжкові форми) до 0,001—0,005 мм (складні кулясті утворення). Електростатичні стягіння суттєво змінюють рухливість мінеральних зерен осаду, дальність їх переносу, а в гідросистемі рудозбагачувальної фабрики впливають на ефективність збагачення руд (рис. 6).

Наведені приклади свідчать, що зародження, зростання і руйнація магнітних флокул і електростатичних міцел відбувається у схожій послідовності і з аналогічним кінцевим результатом. Схожість механізмів приводить до утворення комбінованих магнітно-електростатичних зональних флокул і міцел полімінерального складу. Вони виділяються значною стійкістю, зустрічаються у водному завісі, донному осаді і ранніх стадіях діагенезу, в природних водоймах і техногенних резервуарах. На початкових етапах утворення міцели досить розріджені, містять залишкові внутрішні порожнини і повітряні пухирці, потім ущільнюються. Зональні міцели з рудною часточкою у центрі і кварц-силікатною оболонкою домінують у природних осадах. Для пульпи ГЗК характерні міцели з кварцовим ядром та переважно магнетитовою зовнішньою оболонкою (рис. 7). Поширені також складні та перехідні морфологічні форми та поєднання магнітних і електростатичних, магнетитових і кварцових з карбонатами і силікатами міцел і флокул.

Зовнішня форма полімінеральних флокул-міцел наближається до куль. В динамічних умовах турбулентного потоку пульпи, вони постійно утворюються, зростають і руйнуються, щоб впродовж кількох мить у відповідних умовах, знову утворити нову флокулярну структуру. Те ж відбувається і в природних водотоках. Стабілізація настає лише після осадження седименту.

Висновки

В природних і штучно утворених водних системах руйнація і дезінтеграція гірських порід, руд і мінералів змінюється масштабними процесами інтеграції розділених часточок, в новому форматі та відповідно до нових умов середовища. Результатом їх дії є утворення різноманітних зросткових агрегатів і скупчень. За складом вони поділяються на мономінеральні (магнетитові, кварцові, силікатні, карбонатні та ін.) та полімінеральні агрегати. За механізмом утворення — на зросткові

агрегати і скупчення. Останні виникають внаслідок дії магнітних і електростатичних сил та поверхневого натягнення. Різні за природою сили діють на часточки завису (осаду) роздільно або спільно і приводять до утворення схожих форм.

За симетрією серед скупчень виділяються одновірні (лінійні), двовірні (утворюють форми у площині), тривірні (об'ємні). За морфологією — ланцюжкові (прямі та зігнуті, дугоподібні), розгалужені і сноповидні, спіралевидні, кругові, кулясті та змішаної форми (комбіновані). За внутрішньою будовою — щільні, порожнисті, однорідні, зональні.

Інтенсивність утворення флокул і міцел, а також схильність до утворення ідеальних кулястих форм збільшується від середньозернистих пісків до мікрозернистих і пелітових осадків.

Утворення зростків і скупчень мінеральних індивідів у складі осаду суттєво змінює розмір, вагу і питому вагу елементарних часточок седименту, їх морфологію, магнітні та інші властивості. Вказане важливо враховувати при виконанні літологічних досліджень, пошуках розсіпів та інших геологічних і геолого-екологічних робіт [4].

Особливо чутливими до таких змін є технологічні процеси збагачення корисних копалин за участю води. Вони потребують використання дефлокуляції пульпи та інших заходів. Зважаючи на значні масштаби утворення, полімінеральний склад, різноманітну морфологію та внутрішню будову, флокули і міцели мають значний (вирішальний?) вплив на процеси класифікації і магнітного збагачення мінеральної сировини. Цілеспрямовані дослідження в даному напрямку могло б значно підвищити ефективність збагачення і якість концентратів ГЗК.

Для зменшення негативного впливу від утворення флокул і міцел на збагачення корисних копалин автори пропонують використовувати сепарацію і переробку мінеральної сировини у вихровому повітряно-мінеральному потоці [3, 20]. Значно вища швидкість руху часточок у повітрі, порівняно з водними системами, та динаміка їх зіткнень між собою і з конструктивними елементами обладнання забезпечують ефективну руйнацію як скупчень, так і зросткових агрегатів рудних і нерудних мінералів. А це, в свою чергу, підвищує ефективність рудопідготовки і збагачення різноманітної мінеральної сировини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Агаджанов М.Є., Бобко А.О., Малахов І.М., Альохіна Т.М., Іванченко В.В. Літологія сучасних донних осадків поверхневих водойм Криворізького залізорудного басейну. Кривий Ріг: Оксан Прінт, 2008. 110 с.
2. Геология Азовского моря / Отв. ред. д-р геол.-мин. наук Е.Ф. Шнюков; АН УССР. Ин-т геохимии и физики минералов. Киев: Наук. думка, 1974. 247 с.
3. Ємельянов В.О., Іванченко В.В., Іванченко А.В., Берьозкіна Л.В. Спосіб очищення пляжних пісків від полімерних матеріалів, бітуму і мікропластику. Патент України на винахід. Бюл. №15. 13.04.2022.
4. Іванченко В.В. Морфологічні ознаки мінеральних індивідів і агрегатів як фактор седиментаційної диференціації речовини. *Матеріали наукової конференції, присвяченої 50-річчю Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка*. Київ, 2019. Т. 1. С. 159—160.
5. Іванченко В., Квітка А. Мікросфероліти аутигенних марказиту і піриту у донному осаді річок України. *Мінералогічний збірник*. 2012. № 62. С. 279—283.
6. Кардаш В.Т., Лебедь Н.И., Яценко Ю.Г. Золотоносность донных осадков Азовского моря. *Мінеральні ресурси України*. 1996. № 3. С. 10—11.

7. Ковальчук М.С. Про нові та незвичайні за хімічним складом і морфологією виділення золота з розсіпів України. *Геологічний журнал*. 2002. № 1. С. 132—135.
8. Ковальчук М.С., Квасниця В.М., Деревська К.І. та ін. Особливості морфології та хімічного складу розсіпного золота з алювію р. Дністер (гірла річок Немія та Дерло). *Геологічний журнал*. 1997, № 3—4. С. 122—126.
9. Ковальчук М. С., Квасниця В. М., Довгань Р. М., Павлюк В. М., Деревська К.І. Морфогенетична класифікація розсіпного золота з алювіальних відкладів р. Дністер. *Геологічний журнал*. 2001. № 3. С. 30—40.
10. Кравченко Г.Л., Квасниця В.Н., Бондаренко С.Н., Бондаренко И.Н. Морфология и состав самородного золота Западного Приазовья. *Минералогический журнал*. 1995. Т. 17, № 6. С.25—39.
11. Малахов І.М., Альохіна Т.М., Іванченко В.В. та ін. Методичні питання вивчення трансформації геологічного середовища у гірничо-видобувних регіонах. Серія: «Геологічне середовище антропогенної екосистеми». Видавництво НАН України, Кривий Ріг, 2011. 172 с.
12. Маслаков М.О., Іванченко В.В., Ільїна А.С. Тонке та дисперсне золоте зруденіння на північно-західному узбережжі Чорного моря. *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2017. №4 (50) С. 79—87. <https://doi.org/10.15407/gpimo2017.04.079>
13. Матковський О.І., Пирогов Б.І. Прикладна мінералогія. Львів: Видав. центр Львів. ун-ту, 2002. 286 с.
14. Остафійчук Н.М. Закономірності еволюції кімберлітових мінералів та їх асоціацій в процесі формування шліхових ореолів. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*. 2013. Вип. 40. С. 26—34.
15. Стеценко А.І., Іванченко В.В. Основні джерела та чинники техногенного впливу на осадові породи центральної частини Кривбасу. *East European Scientific Journal*. 2016. №12, part 1. Р. 39—45.
16. Шнюков Е.Ф., Скворцов В.В., Пермяков В.В. К минерологии темных песков северо-западного побережья Азовского моря. *Геология і корисні копалини Світового океану*. 2019. 15. № 2, С. 67—80.
17. Шураев И.Н. Обломочный материал сопочной брекчии грязевого вулкана МГУ. *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2016. № 4. С. 81—85.
18. Aller R.C., J.E. Mackin, and Cox. R.T. Diagenesis of Fe and S in Amazon inner shelf muds: apparent dominance of Fe reduction and implications for the genesis of ironstones. *Continental Shelf Research*. 6.1 (1986). P. 263—289.
19. Berozkina L. V., Ivanchenko V. V., Ivanchenko A. V. et al. Commercial products of mining and metallurgical companies in river sediments of industrial regions. *ICSF-2022 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 1049 (2022) 012035. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1049/1/012035>.
20. Chugunov Yrii, Ivanchenko Vladyslav. Eco-technology for complex processing of ores and industrial waste. *Proceedings of XIII International Mineral processing and recycling conference*. Belgrade, Serbia, 8—10 may 2019. P. 172—177.
21. Jordanova D., Hoffmann V., Fehr K. Mineral magnetic characterization of anthropogenic magnetic phases in the Danube river sediments (Bulgarian part). *Earth Planet Sci. Lett*. 2004. V. 221. P.71—89.
22. Jules Mbanga Nyobe, Elisé Sababa, Elie Constantin Bayiga, Paul-Désiré Ndjigui. Mineralogical and geochemical features of alluvial sediments from the Lobo watershed (Southern Cameroon): Implications for rutile exploration. *Comptes Rendus Geoscience*. 2018. V. 350, is. 3. P. 119—129. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2017.08.003>.
23. Omang B.O., Suh C.E., Egbe J.A. et al. Microchemical signature of alluvial gold from two contrasting terrains in Cameroon. *Journal of African Earth Sciences*. 2015. V. 112, part A. P. 1—14. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2015.09.004>.
24. Garcia P. M. P., Weska R. K., Dantas E. L. Sedimentology, geomorphology, structural controls, and detrital zircon ages of the Itiquira River diamond placer deposits, Mato Grosso, western Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. March 2022. V. 114, 103712. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.103712>

25. Shaik Sai Babu, Venigalla Purnachandra Rao, Nannapaneni Satyasree and others. Mineralogy and geochemistry of the sediments in rivers along the east coast of India: Inferences on weathering and provenance. *Journal of Earth System Science*. 2021. V.130. Article number: 60.
26. Yingying Xie, Guining Lu, Chengfang Yang et al. Mineralogical characteristics of sediments and heavy metal mobilization along a river watershed affected by acid mine drainage. *PLoS ONE*. 2018. 13(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190010>.

Стаття надійшла 04.10.2022

V.V. Ivanchenko, PhD (Geol. & Mineral.), Docent, Head of Dept.

e-mail: vvivanchenko@ukr.net

ORCID 0000-0003-4889-8975

V.O. Iemelianov, NAS Corresp. Member, Dr. Sci.

(Geol. & Mineral.), Prof., Chief Researcher

e-mail: eva@nas.gov.ua

ORCID 0000-0002-8972-0754

A.V. Ivanchenko, Senior Engineer

e-mail: avi3751@ukr.net

ORCID 0000-0001-7989-7380

M.V. Belitska, PhD (Geology), Research Fellow

e-mail: belitska.mv@gmail.com

ORCID 0000-0003-3823-8738

MorGeoEcoCenter of the NAS of Ukraine

55b st. Oles' Honchar, Kyiv, 01054, Ukraine

INFLUENCE OF AUTHIGENOUS MINERAL AGGREGATES AND CLUSTERS FOR THE PROCESSES OF NATURAL AND TECHNOLOGICAL SEDIMENTOGENESIS

Growths and clusters of minerals (magnetic and electrostatic flocs and micelles) in the sediment composition of natural and man-made reservoirs and the technological cycle of mining and metallurgical enterprises have been studied. Their influence on the sedimentation differentiation of substances in natural reservoirs and the efficiency of ore separation and industrial waste processing in the conditions of ore beneficiation factories was determined.

Keywords: sediment, authigenic minerals, growths, flocs, micelles.