

Я. В. Яремчук

**ГЛИНИСТІ МІНЕРАЛИ ЕВАПОРИТІВ ФАНОРОЗОЮ ТА ЇХНЯ ЗАЛЕЖНІСТЬ ВІД СТАДІЇ ЗГУЩЕННЯ РОЗСОЛІВ І ХІМІЧНОГО ТИПУ ОКЕАНІЧНОЇ ВОДИ**

Ia. Iaremchuk

**CLAY MINERALS OF PHANEROZOIC EVAPORITES AND THEIR DEPENDENCE UPON BRINE CONCENTRATION STAGE AND SEAWATER CHEMICAL TYPE**

Узагальнення літературних (34 галогенні формації) та даних власних досліджень показало залежність глинистих мінералів морських евапоритових відкладів фанерозою від концентрації розсолів солеродного басейну (впорядкування структури при прогресивному осолоненні) та від хімічного типу океанічної води. Для евапоритів, утворених з розсолів сульфатного типу, характерний підвищений вміст магнезійних глинистих мінералів.

На мінеральний склад глин також впливають специфіка умов формування та локальні особливості солеродних басейнів.  
*Ключові слова:* глинисті мінерали, евапоритові відклади, галогенні формації, хімічний тип океанічної води, фанерозой.

Обобщение литературных (34 галогенные формации) и данных собственных исследований показало зависимость глинистых минералов морских эвапоритовых отложений фанерозоя от концентрации рассола солеродного бассейна (упорядочение структуры при прогрессивном осолонении) и от химического типа океанической воды. Для эвапоритов, образованных из рассолов сульфатного типа, характерно повышенное содержание магнезиальных глинистых минералов. На минеральный состав глин также влияют специфика условий формирования и локальные особенности солеродных бассейнов.

*Ключевые слова:* глинистые минералы, эвапоритовые отложения, галогенные формации, химический тип океанической воды, фанерозой.

The generalization of published (34 evaporite formations) and our analytical data showed clay mineral structure regulation with progressive evaporation. Their dependence upon seawater chemical type also has been revealed: the increased amount of magnesium clay minerals is typical for evaporites precipitated from sulphate-rich basin brines. The mineral composition of clays also influenced by specific conditions of their formation and local peculiarities of evaporite basins.

*Keywords:* clay minerals, evaporites, evaporite formations, seawater chemical type, Phanerozoic

**ВСТУП**

Глинисті мінерали чутливо реагують на зміни фізико-хімічних умов середовища. Так, мінеральний склад глин галогенних відкладів залежить від концентрації розсолів окремих солеродних басейнів [2, 10, 15, 21, 25]. Зокрема, П. М. Білоніжкою характер зміни теригенного матеріалу при прогресивному осолоненні басейну досліджувався для міоценових відкладів кам'яної та калійно-магнієвих солей родовищ Передкарпаття [1, 3, 4], а Т. М. Соколовою — для верхньопермських відкладів доломіт-ангідриту і кам'яної солі Оренбурзького Приуралля та нижньопермських калійно-магнієвих солей Прикаспійської западини (купол Індер) [21]. Проведені дослідження виявили, що в процесі прогресивного осолонення морського басейну відбувається трансформація теригенних глинистих мінералів, кінцевими продуктами перетворення є гідрослюда та хлорит [2, 21]. Асоціація талькоподібних мінералів у калійно-магнієвих солях басейну Індер визначається специфічними умо-

вами формування цієї товщі [21].

Хімічна еволюція океанічної води, доведена дослідженнями останніх років [33, 34, 39], дозволила припустити можливість зміни аутигенних глинистих мінералів морських евапоритів протягом фанерозою залежно від хімічного складу океанічної води.

Мета роботи: підтвердити прогнозовану залежність складу глинистих мінералів евапоритових відкладів фанерозою від стадії згушення розсолів і від хімічного типу океанічної води. Для цього нами використано дані 72 опублікованих робіт про склад глинистих мінералів пелітової фракції нерозчинного залишку (н. з.) галогенних порід 34 морських евапоритових формацій фанерозою та власні дослідження різновікових евапоритових відкладів України (рис. 1)

**АНАЛІЗ ФАКТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ**

Для всіх розглянутих нами відкладів евапоритових формацій у літературі є дані про хімічний склад розсолів, з яких вони утворилися, а їхнє



Рис. 1. Схема розташування евапоритових басейнів (або формацій чи окремих розрізів) фанерозою Світу з яких узагальнені асоціації глинистих мінералів

Неоген: 1, 2, 3, 4, 5 — Карпатський регіон, Україна, Польща. Палеоген: 6, 7 — Фергана, Узбекистан; 8 — Рейнський грабен, Франція. Крейда: 9, 10, 11 — Гіссарський хребет, Таджикистан. Юра: 12 — Переддобруддя, Україна. Тріас: 13, 14 — Демнат, Месета, Північна Африка; 15, 16, 17 — кейпер, мушелькальк Німеччина, Англія, Франція. Перм: 18 — цехштейн, Польща, Німеччина, Англія; 19 — Кастіл, Саладо, США; 20, 22 — Передуральський прогин, Росія; 21 — Притиманський прогин, Росія; 23 — Донбас і ДДЗ, Україна. Карбон: 24, 25 — Східноєвропейська платформа, Росія; 26 — Парадокс, США; 27 — Солтвіл, США. Девон: 28 — Прип'ятська западина, Білорусь; 29 — ДДЗ, Україна; 30, 31 — Балтійська синекліза, Прибалтика. Силур: 33 — Саліна, США. Кембрії: 34, 35 — Іркутський амфітеатр, Росія. Верхній протерозой, 36 — Іркутський амфітеатр, Росія

морське походження обґрунтовано палеогеографічними реконструкціями та мінералогічними даними. Як показано нижче, сульфатний тип морської води був характерний для трьох етапів: неогену-пізнього палеогену, тріасу-пізнього карбону та пізнього протерозою; хлоркальцієвий — для всіх інших етапів фанерозою [6, 33, 34, 39]. Нами узагальнено мінеральний склад пелітової фракції евапоритів, утворених при згущенні океанічної води сульфатного типу для верхнього протерозою (Іркутський амфітеатр, Росія [17]) та таких систем фанерозою: пермської (цехштейн Польщі, Німеччини, Англії; Нью-Мехіко, Техас, США; Передуральський прогин, Росія; Донбас та ДДЗ, Україна [11, 15, 21, 25, 26, 32, 37 та ін.]); тріасової (Північна Африка, Німеччина, Англія, Франція [35, 36 та ін.]); неогенової (Передкарпатський прогин, Україна, Польща [3, 5, 7, 11, 14, 27–30 та ін.]). Для евапоритів, утворених при згущенні океанічної води хлоркальцієвого типу, узагальнено глинисті мінерали кембрійської (Іркутський амфітеатр, Росія [22]); силурійської (Мічигано-Передаппалачський басейн, США [31, 37 та ін.]); девонської (Прип'ятська западина, Білорусь; ДДЗ, Україна; Балтійська синекліза, Латвія [9, 12, 15, 21, 26, 30 та ін.]); кам'яновугільної (Парадокс, штат Юта; Солтвіл, штат Теннессі; Індіана,

США [18, 37, 38 та ін.]); юрської (Середня Азія; Переддобруддя, Україна [16, 24, 26]); крейдової (Середня Азія [16]); палеогенової (Фергана, Узбекистан; Рейнський грабен, Франція [11, 19 та ін.]) систем фанерозою (рис. 1).

У використаних літературних даних кількість галогенних формацій, утворених на етапах існування сульфатного та хлоркальцієвого типів океанічної води, суттєво відрізняється — евапоритових відкладів, утворених зі згущеної океанічної води сульфатного типу, є майже вдвічі більше. Це зумовлено нерівномірним стратиграфічним розподілом евапоритових відкладів упродовж фанерозою. Також неоднаковою є кількість проаналізованих евапоритових формацій, що відносяться до різних стадій галогенезу (сульфатно-карбонатна, галітова та осадження калійних солей) для кожного хімічного типу океанічної води. Однак для більшості використаних для узагальнення евапоритових формацій фанерозою є повноцінні дані про склад глинистих мінералів. Кількість цих формацій, на наш погляд, є достатньою для виявлення вікових варіацій у складі глинистих мінералів, оскільки для виявлення хімічної еволюції у складі океанічної води використовували результати дослідження приблизно такої самої кількості евапоритових формацій.

Таким чином, є підстави вважати, що використаний для узагальнення фактичний матеріал являє собою репрезентативну вибірку для обґрунтування залежності глинистих мінералів евапоритів від стадії згущення розсолів і від хімічного складу океанічної води фанерозою.

#### ЗАЛЕЖНІСТЬ СКЛАДУ ГЛИНИСТИХ МІНЕРАЛІВ ЕВАПОРИТІВ ФАНЕРОЗОЮ ВІД СТАДІЇ ЗГУЩЕННЯ РОЗСОЛІВ

Представлені, за результатами досліджень, асоціації глинистих мінералів кожної формації (див. рис. 1) відображають узагальнений мінеральний склад пелітової фракції усіх проаналізованих (в межах цієї формації) евапоритових басейнів. Хоча для окремих басейнів глини, за даними публікацій, визначені лише одним мінералом і ми не маємо інформації чи це єдиний мінерал пелітової фракції, чи лише він викликав у авторів літературних джерел особливий інтерес, і тому був предметом дослідження. В окремих випадках нами про це наголошується.

Про мінеральний склад глин *сульфатно-карбонатної стадії галогенезу* маємо дані 21 галогенної формації неогенової, палеогенової, юрської, тріасової, пермської, кам'яновугільної, девонської та кембрійської систем. Узагальнений мінеральний склад пелітової фракції н. з. відкладів цієї стадії налічує 14 мінералів, в тому числі й змішаношаруватих утворень. Глинисті мінерали представлені монтморилонітом, гідрослюдою, хлоритом, коренситом. Рідше в їхній асоціації трапляються сепіоліт, палигорскіт, тальк і, зовсім рідко, — набухаючий хлорит, мусковіт та каолініт. Серед змішаношаруватих утворень виявлені гідрослюда-монтморилоніт, хлорит-монтморилоніт і в одній формації вермикуліт-гідробіотит.

Гідрослюда чи хлорит наявні у відкладах переважної більшості (19-ти) галогенних формацій. Коренсит відмічений у пелітовій фракції відкладів половини (10-ти) галогенних формацій, і його вміст у них є підпорядкований, а монтморилоніт, хоча і визначений у пелітовій фракції, теж лише половини (9-ти) формацій, але у 5-ти із них його вміст є вагомий.

Змішаношаруваті утворення в асоціації глинистих мінералів присутні в незначній кількості в евапоритах третини (7-ми) формацій і зафіксовано, що хлорит-монтморилоніт трапляється частіше, ніж гідрослюда-монтморилоніт. Високомагнезійні глинисті мінерали — сепіоліт, палигорскіт і тальк визначені у пелітовій

фракції сульфатно-карбонатних відкладів 7-ми галогенних формацій. Сепіоліт у мінеральній асоціації порівняно з тальком і палигорскітом зустрічається частіше.

Про мінеральний склад глин відкладів *галітової стадії галогенезу* маємо дані для 20 галогенних формацій неогенової, палеогенової, крейдової, юрської, тріасової, пермської, девонської, кам'яновугільної, силурійської та кембрійської систем. Для всіх, узагальнених нами, відкладів кам'яної солі мінеральний склад пелітової фракції н. з. представлений 12 мінералами, в тому числі і змішаношаруватими утвореннями. Тут властиві: гідрослюда та хлорит, рідко — коренсит, монтморилоніт, тальк та змішаношаруваті утворення гідрослюда-монтморилоніт і хлорит-монтморилоніт, а також сепіоліт і палигорскіт. Набухаючий хлорит, мусковіт і каолініт трапляються як поодинокі знахідки. Гідрослюда та хлорит є, якщо не єдиними глинистими мінералами відкладів кам'яної солі, то переважаючими й трапляються дуже часто — у 17-ти галогенних формаціях. У відкладах кам'яної солі двох формацій глини представлені лише тальком, а в одній — лише коренситом. В одній евапоритовій формації автори публікації відмітили, що хлорит представлений магнезійним різновидом — клінохлором.

У відкладах галітової стадії як монтморилоніт, так і коренсит трапляються рідше, ніж сульфатно-карбонатної — кожен мінерал виявлений лише у 20% узагальнених формацій. Монтморилоніт, як основний мінерал пелітової фракції кам'яної солі, визначений у 4-х формаціях, а в одній — на рівні домішки. Також у п'яти формаціях глини кам'яної солі містять коренсит. Змішаношаруваті утворення ідентифіковані як домішка в асоціаціях глинистих мінералів 6-ти евапоритових формацій цієї стадії галогенезу. І лише в одній формації вміст хлорит-монтморилоніту є вагомий. Магнезійні глинисті мінерали на цій стадії галогенезу трапляються у 6-ти формаціях і поширеним серед них є тальк.

Про мінеральний склад глин стадії *осадження калійних солей* маємо дані для 10 галогенних формацій неогенової, палеогенової, юрської, пермської, девонської та кембрійської систем. Характерними мінералами пелітової фракції цих евапоритів є хлорит і гідрослюда. Ці два мінерали наявні у пелітовій фракції усіх проаналізованих евапоритових формацій, а у 3-х формаціях вони є єдиними. Крім гідрослюди

та хлориту в глинах цих відкладів рідко присутні монтморилоніт, тальк, мусковіт і, як домішка, — змішаношаруваті утворення: гідрослюда-монтморилоніт, хлорит-монтморилоніт, хлорит-вермикуліт і тальк-монтморилоніт (усього 11 мінералів). В одному евапоритовому басейні пелітова фракція представлена лише тальком.

Для калієносних відкладів монтморилоніт та змішаношаруваті утворення різного складу мають місце в асоціації глинистих мінералів половини (6-ти) галогенних формацій. У чотирьох із вказаних формацій їхній вміст є лише домішкою, а у двох — вагомий. Останній факт пояснюється впливом туфогенного матеріалу чи специфічними умовами формування товщі калійно-магнієвих солей. Магnezіальні глинисті мінерали на цій стадії галогенезу представлені лише тальком і сепіолітом та визначені у відкладах 4-х формацій, здебільшого у незначній кількості (в одному випадку пелітова фракція представлена лише тальком). Частота трапляння тальку порівняно із сепіолітом є вищою.

При прогресивному осолоненні басейну відбуваються аградаційні перетворення — впорядкування структури глинистих мінералів у бік зменшення молекулярного об'єму, а в мінеральній асоціації пелітової фракції зменшується їхня кількість за рахунок трансформації нестійких у сольовому середовищі мінералів. Такий напрям перетворення є логічним і вкладається у схему проходження трансформаційних процесів глинистих мінералів, описану А. В. Франк-Каменецьким із співавторами [23].

Узагальнивши весь зібраний за літературними джерелами матеріал, можна відзначити, що немає чіткої залежності асоціацій глинистих мінералів різновікових евапоритів від стадії згушення розсолів. Особливо суперечить очікуваній залежності мінеральний склад глин калійних порід — евапоритів вищої стадії згушення розсолів. Так, у калієносних відкладах Старобінського родовища, за даними багатьох авторів, пелітова фракція містить ще і монтморилоніт, і змішаношаруваті утворення хлорит-монтморилонітового і хлорит-вермикулітового складу.

Основною причиною невідповідності очікуваного теоретичного передбачення та одержаних результатів зіп'явлення обширного матеріалу, зібраного на великій території (кілька континентів) та у широкому віковому діапазоні (фанерозой), є те, що на формування евапоритових відкладів впливали як загальні глобальні чинники, так і локальні. Очевидно, асоціації

глинистих мінералів треба порівнювати в межах однієї формації. Підтвердженням цієї думки є факт, що така залежність проявляється для деяких формацій, представлених відкладами хоча би двох стадій евапоритового процесу. Внаслідок вибіркового узагальнення виявлено, що очікувана залежність мінерального складу пелітової фракції від концентрації розсолів проявляється для 3-х формацій, особливо чітко — для цехштейнових евапоритів (верхня перм) Західної Німеччини (за даними Г. Фюхтбауера та Г. Гольдшміда [32]) та для неогенових евапоритів Передкарпатського прогину (за результатами досліджень [14, 27–29]). Для обох цих формацій від сульфатно-карбонатної до галітової стадії зменшується кількість набухаючих мінералів, а на стадії осадження калійних солей вони вже цілком відсутні. Так, для пермських евапоритів німецького цехштейну асоціація глинистих мінералів сульфатно-карбонатної стадії складена 7-ма мінералами (мусковітом, хлоритом, монтморилонітом, коренситом, тальком) та змішаношаруватими утвореннями (гідрослюда-монтморилоніт і хлорит-монтморилоніт), для відкладів галітової стадії характерна менша кількість глинистих мінералів (мусковіт, хлорит, коренсит) та менша кількість набухаючих фаз (лише коренсит), а на стадії осадження калійних солей цих відкладів відмічені мусковіт і хлорит. Для неогенових евапоритів Карпатського регіону набухаючі мінерали присутні на сульфатно-карбонатній стадії, у меншій мірі на галітовій, а на стадії осадження калійних солей пелітова фракція представлена лише гідрослюдою та хлоритом. Залежність мінерального складу глин евапоритів від концентрації розсолів підтверджується і для пермських відкладів Передуральського прогину [21]. Пелітова фракція сульфатно-карбонатної стадії цих евапоритів, крім гідрослюди та хлориту, містить монтморилоніт, коренсит і невпорядковані змішаношаруваті утворення переважно хлорит-монтморилонітового складу, а галітової — лише гідрослюду та хлорит. Однак результати дослідження [21] мінерального складу глин калієносних відкладів Індерського родовища не вкладаються в описану схему аградаційних перетворень, оскільки пелітова фракція містить набухаючі мінерали, змішаношаруваті утворення, тальк і серпентин. Останній мінерал відмічений лише у цих відкладах. Така невідповідність пояснюється впливом на мінеральний склад пелітової фракції катагенетичних процесів [21].



Для інших чотирьох формацій мінеральний склад глин є однаковим для евапоритів двох стадій — чи то сульфатно-карбонатної та галітової, чи галітової та осадження калійних солей і представлений гідрослюдою та хлоритом; тальком, гідрослюдою, хлоритом; тальком.

Аналізуючи асоціацію глинистих мінералів верхньопермських евапоритів формації Саладо, які відносяться до двох стадій — сульфатно-карбонатної та осадження калійних солей, можна сказати, що тут мають місце аградаційні трансформаційні перетворення, але на стадії калійних солей вони пройшли не до кінця і пелітова фракція цих відкладів містить ще змішаношаруваті хлорит-монтморилоніт і тальк-монтморилоніт [37].

Отже, в межах однієї формації асоціації глинистих мінералів залежать від концентрації розсолів солеродного басейну. Додатково на мінеральний склад пелітової фракції н. з. евапоритів впливають специфіка умов формування та локальні особливості евапоритових басейнів, а також вагомий вплив має хімічний склад океанічної води, при згущенні якої ці евапорити відкладалися.

**ЗАЛЕЖНІСТЬ СКЛАДУ ГЛИНИСТИХ МІНЕРАЛІВ ЕВАПОРИТОВИХ ВІДКЛАДІВ ФАНОРОЗОЮ ВІД ХІМІЧНОГО ТИПУ ОКЕАНІЧНОЇ ВОДИ**

Протягом фанерозою та верхнього протерозою хімічний склад океанічної води періодично змінювався від сульфатного до хлоркальцієвого [6, 33, 34, 39]. Сульфатний тип морської води був характерний для трьох етапів: неоген – пізній палеоген, тріас – пізній карбон та пізній протерозой; хлоркальцієвий — для інших періодів фанерозою. Відповідні зміни хімічного типу розсолів морських солеродних басейнів вплинули і на особливості аутигенних несольових (особливо глинистих) мінералів евапоритових відкладів. Аутигенні глинисті мінерали — новоутворені, чи ті, що виникли при перетворенні в евапоритовому басейні нестійких глинистих мінералів, складають значну частину пелітової фракції нерозчинного залишку евапоритових відкладів.

Нами простежено різницю в мінеральному складі пелітової фракції н. з. евапоритів, які утворилися упродовж етапів існування сульфатного та хлоркальцієвого типів океанічної води. Для цих етапів глинисті мінерали евапоритів аналізувалися окремо для різних стадій галогенезу — сульфатно-карбонатної, галіто-

вої та стадії осадження калійних солей [6, 26]. Представлений розподіл глинистих мінералів різновікових галогенних відкладів фанерозою показує частоту їхнього виявлення у водонерозчинному залишку (рис. 2). При цьому не вдалося одночасно врахувати кількісний вміст в асоціації кожного мінералу чи змішаношаруватого утворення, це деякою мірою спотворює відображені результати узагальнення. Так, наприклад, частота трапляння змішаношаруватого гідрослюда-монтморилонітового утворення є вагомою, а її кількість в асоціаціях є лише домішкою. Також недоліком зображеного на рисунку розподілу є невелика кількість зпів-

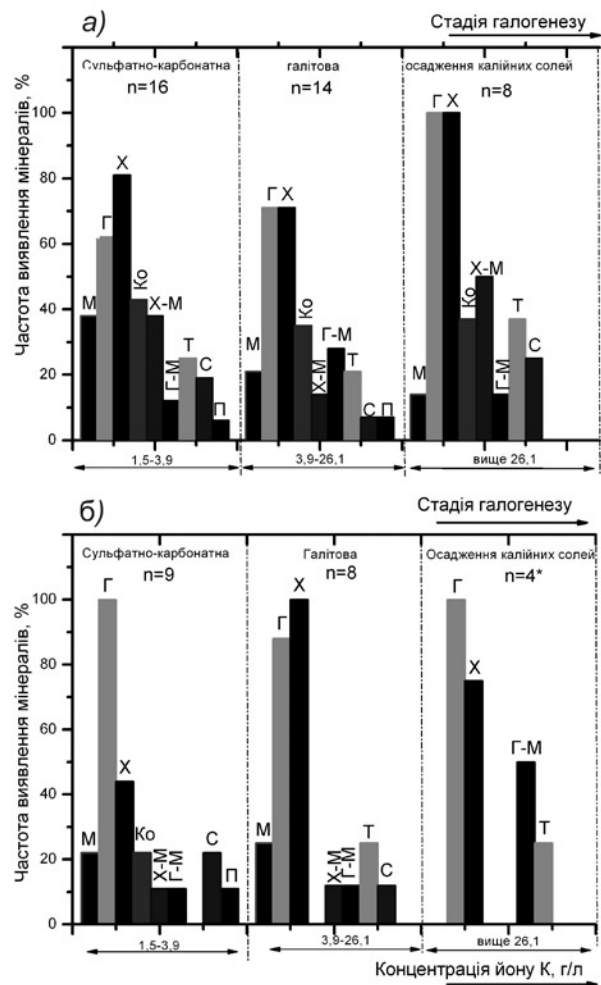


Рис. 2. Гістограми розподілу глинистих мінералів у евапоритових відкладах трьох стадій згущення океанічної води сульфатного (а) та хлоркальцієвого (б) хімічних типів. n — кількість проаналізованих евапоритових формацій; \* — не внесені дані по Старобинському родовищу

г — гідрослюда, х — хлорит, м — монтморилоніт, змішаношаруваті утворення: г-м — гідрослюда-монтморилоніт, х-м — хлорит-монтморилоніт, ко — коренсит, т — тальк, п — палигорскіт, с — сепіоліт

ставлених евапоритових формацій стадії осадження калійних солей (7 формацій етапів існування сульфатного хімічного типу океанічної води і 3 — хлоркальцієвого), що пов'язане із частотою траплянь калійних відкладів в цілому. Тому лише одна знахідка тальку в н. з. калійних відкладів хлоркальцієвого хімічного типу океанічної води показує 33% його поширення. Щоб уникнути часткового спотворення результатів узагальнення, нами не використані дані по Старобінському родовищі калійних солей (девон, ДДЗ), оскільки асоціація глинистих мінералів цих евапоритів спричинена впливом одновікового вулканізму (див. рис. 2) [13].

В цілому, представлений кількісний розподіл глинистих мінералів евапоритових відкладів фанерозою відображає їхню залежність як від хімічного типу океанічної води, так і від стадії евапоритового процесу.

Спільною ознакою для переважної більшості галогенних відкладів (незалежно від хімічного типу та концентрації розсолів солеродного басейну) є наявність гідрослюди та хлориту.

Для евапоритів, утворених на етапах сульфатного типу морської води, характерний більш різноманітний мінеральний склад пелітової фракції н. з. (8–15 мінералів) (див. рис. 2), серед яких трапляються високомагнезійні глинисті мінерали — Mg-коренсит, палигорскіт, сепіоліт, тальк (рис. 3). Частота траплянь магнезійних силікатів впродовж трьох стадій осолонення суттєво не змінюється, за винятком палигорскіту, який на вищій стадії осолонення не виявлений (див. рис. 3). Крім вказаних на гістограмах мінералів, в поодиноких формаціях трапляються мусковіт, вермикуліт-гідробіотит, хлорит-вермикуліт, тальк-монтморилоніт, набухаючий хлорит і каолініт. Для відкладів початкової (сульфатно-карбонатної) стадії осолонення, крім гідрослюди та хлориту, поширеними мінералами є коренсит і монтморилоніт, тут також мають місце змішаношаруваті утворення гідрослюда-монтморилоніт та хлорит-монтморилоніт, частота траплянь останнього на цій стадії осолонення є вагомою. У відкладах галітової та стадії осадження калійних солей кількість траплянь монтморилоніту та змішаношаруватих утворень зменшується, а гідрослюда і хлорит відзначені у всіх проаналізованих евапоритових формаціях.

Для евапоритів, що відкладалися при згущенні океанічної води хлоркальцієвого типу, пелітова фракція представлена меншою кількістю

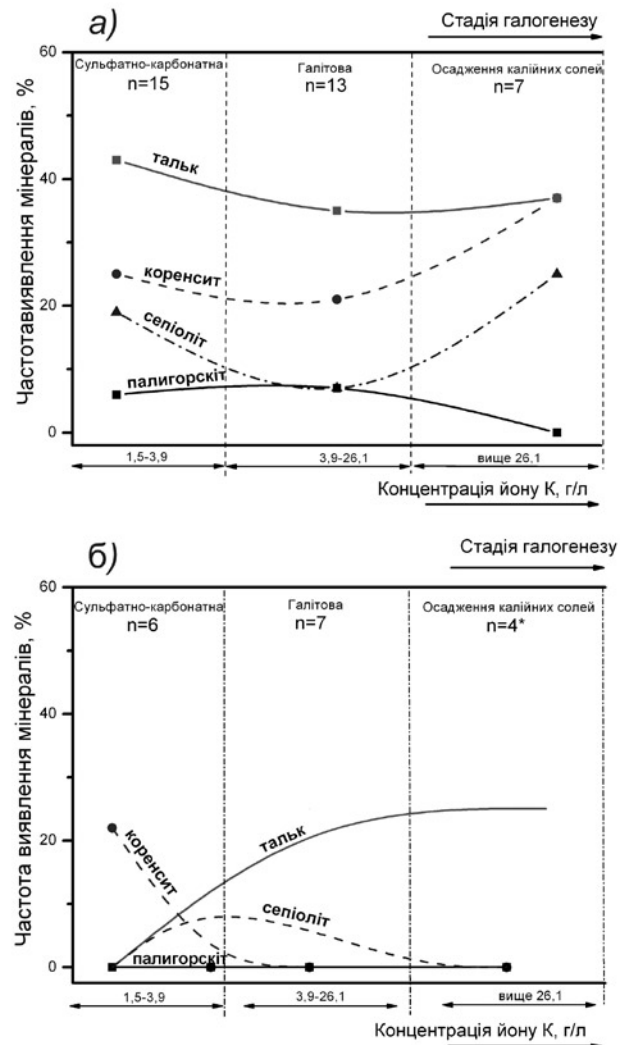


Рис. 3. Розподіл високомагнезійних мінералів в евапоритах різних стадій згущення океанічної води сульфатного (а) та хлоркальцієвого (б) хімічних типів. n — кількість проаналізованих евапоритових формацій; \* — не внесені дані по Старобінському родовищу

мінералів (5–11), в основному гідрослюдою та хлоритом, які є переважаючими мінералами в асоціації (див. рис. 2). Високомагнезійні глинисті мінерали такі як: Mg-коренсит, сепіоліт, палигорскіт, тут, в основному, визначені лише на сульфатно-карбонатній стадії осолонення (див. рис. 2, б; 3, б). Частота траплянь тальку в н. з. евапоритів збільшується на вищих стадіях згущення, але, в цілому, є нижчою порівняно з евапоритами відповідних стадій осолонення, утвореними при згущенні океанічної води сульфатного хімічного типу (див. рис. 3). На сульфатно-карбонатній стадії, крім гідрослюди і хлориту виявлені ще коренсит і монтморилоніт, як знахідка в окремих формаціях відзначені змішаношаруваті утворення хлорит-монтморило-

ніт, гідрослюда-монтморилоніт та палигорскіт. На галітовій стадії в двох формаціях визначений тальк і в поодиноких — сепіоліт і змішаношаруваті утворення гідрослюда-монтморилоніт і хлорит-монтморилоніт.

Змішаношаруваті утворення на початкових стадіях осолонення відмічені лише у кількості домішки. На стадії осадження калійних солей, крім гідрослюди та хлориту в одній формації (верхній девон, Прип'ятська западина, Старобінське родовище), кількома дослідниками [9, 12 та ін] визначені монтморилоніт, змішаношаруваті утворення гідрослюда-монтморилоніт, хлорит-монтморилоніт і хлорит-вермикуліт (див. рис. 2) [26]. Асоціація набухаючих мінералів і їхніх змішаношаруватих утворень є нехарактерною для н. з. евапоритових відкладів високих стадій згущення, а для Старобінського родовища може бути пояснена великою кількістю туфогенного матеріалу. Синхронний з солеутворенням вулканізм [13] поставляв у солеродний басейн туфогенний матеріал, який під впливом розсолів через змішаношаруваті утворення трансформувався в гідрослуду та хлорит. Можливо, причиною неповної трансформації та наявності в пелітовій фракції евапоритових відкладів Старобінського родовища проміжних продуктів перетворення була значна кількість цього туфогенного матеріалу.

Підвищену магнезіальність глинистих мінералів у деяких евапоритових відкладах відмічено дослідниками дещо раніше, але на той час не було конкретних уявлень про зміну хімічного складу океанічної води протягом фанерозою. Так, глинисті мінерали н. з. відкладів пермських соленосних басейнів Т. М. Соколовою [20] визначені як високомагнезіальні, а А. Г. Коссовська [8] припускала існування протягом фанерозою етапів підвищеної магнезіальності глинистих мінералів евапоритів, що відображалося в наявності значної кількості Mg коренситу в пелітовій фракції. Однак причини таких періодичних змін складу пелітової фракції названі дослідники не розглядають.

Виявлена залежність складу глинистих мінералів евапоритових відкладів від хімічного типу океанічної води також має деякі відхилення, які можна пояснити впливом локальних чинників в окремих солеродних басейнах. Так, у неогенових евапоритах Карпатського регіону, які утворилися при згущенні морської води сульфатного типу, магнезіальних глинистих мінералів не виявлено, а хлорит має магнезіально-залізистий

і залізистий склад. Причиною цього, можливо, є значна кількість теригенного матеріалу, який надходив у солеродний басейн і впливав на склад глинистих мінералів.

Для евапоритів, які відклалися з океанічної води хлоркальцієвого типу, висока магнезіальність не характерна, і, як виняток, проявляється лише у відкладах нижнього і середнього кембрію Сибірської платформи та верхнього силуру Аппалачського басейну (штат Нью-Йорк, США), де є тальк, а в кембрійських відкладах ще й магнезіальний хлорит, що суперечить виявленій закономірності та потребує пояснення [26]. Для ранньокембрійської епохи характерні й інших специфічні особливості процесів в історії Землі. «Вибух» таксономічної різноманітності кембрійської біоти — переважно організмів з мінеральними скелетами, зростання концентрації кисню в атмосфері та воді, незвичайно сильні коливання ізотопного складу вуглецю (співвідношення ізотопів вуглецю  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ), закінчення глобального зледеніння — на фоні цих унікальних глобальних подій підвищена магнезіальність океанічної води хлоркальцієвого типу не виглядає чимось вражаючим.

#### ВИСНОВКИ

За результатами узагальнення асоціацій глинистих мінералів різновікових евапоритових відкладів встановлено:

1. Асоціація глинистих мінералів евапоритів у цілому залежить від концентрації розсолів солеродного басейну, однак на мінеральний склад пелітової фракції н. з. впливають (певною мірою) специфіка умов формування та локальні особливості евапоритових басейнів.

2. Вагомий вплив на асоціацію глинистих мінералів евапоритових відкладів фанерозою різних стадій галогенезу має хімічний склад океанічної води, при згущенні якої ці евапорити відклалися. Для евапоритів, утворених в етапи існування сульфатного типу розсолів, характерний підвищений вміст у пелітовій фракції магнезіальних глинистих мінералів — Mg-коренситу, палигорскіту, сепіоліту, тальку.

3. Виявлена залежність мінерального складу пелітової фракції нерозчинного у воді залишку евапоритів від хімічного типу розсолів морських солеродних басейнів є новим підтвердженням реальності суттєвих змін складу океанічної води упродовж фанерозою та пізнього протерозою.

Узагальнений фактичний матеріал являє собою репрезентативну вибірку для обґрунтуван-

ня вікових варіацій складу глинистих мінералів у евапоритових відкладах, що відбувалися синхронно зі змінами хімічного складу океанічної води фанерозою.

Автор вдячний професору В. М. Ковалевичу та канд. геол.-мін. наук С. П. Гринів за поради в процесі роботи, а також висловлює подяку рецензенту за конструктивні зауваження, врахування яких покращило рукопис статті.

1. *Билонижка П. М.* Некоторые особенности минерального состава глин нижемоласовых отложений Прикарпатья // Вопросы литологии и петрографии. — 1973. — Кн. 2. — С. 113–120.
2. *Билонижка П. М., Винар О. Н., Мельников В. С.* О минеральном составе глин соляных пород калийных месторождений Прикарпатья // Вопросы минералогии осадочных образований. — Львов : Изд-во Львов. ун-та, 1966. — Кн. 7. — С. 147–158.
3. *Билонижка П. М., Костин В. А.* О происхождении гидростлюд из соленосных отложений Предкарпатского прогиба (по данным определения их абсолютного возраста) // Геология и геохимия соленосных формаций Украины. — Киев: Наук. думка, 1977. — С. 53–63.
4. *Билонижка П. М.* Трансформаційні перетворення теригенних глинистих мінералів під час галогенезу // Мінерал. зб. — 1992. — № 45. — Вип. 2. — С. 51–56.
5. *Бобровник Д. П., Карпенчук Ю. Р.* К литологии и минералогии верхнетортонских отложений тирасской свиты внутренней зоны Предкарпатского прогиба // Вопросы литологии и петрографии. — Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1969. — Кн. 1. — С. 46–56.
6. *Вікові зміни хімічного складу океанічної води та їхній вплив на формування галогенних і бітумінозних відкладів / О. Петриченко, В. Ковалевич, А. Побережський та ін.* // Геологія і геохімія горючих копалин. — 2006. — № 3–4. — С. 97–118.
7. *Галогенные формации Украины : Закарпатский прогиб / В. И. Китык, А. Н. Бокун, Г. М. Панов и др.* — Киев: Наук думка, 1983. — 168 с.
8. *Дриц В. А., Коссовская А. Г.* Глинистые минералы: смектиты, смешанослойные образования. — Москва: Наука, 1990. — 214 с.
9. *Зайцева Н. В.* Рентгеноструктурная характеристика соляных глин Старобинского месторождения калийных солей // Литология, вещественный состав и методика изучения отложений на территории БССР: Бюл. науч.-техн. информ. — 1966. — Вып. 2. — С. 31–35.
10. *Иванов А. Г.* Состав галопелитов как геохимический индикатор глубины развития процесса галогенеза : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. геол.-минерал. наук. — Москва, 1980. — 20 с.
11. *Иванов А. Г., Аполлонов В. Н., Борисенков В. И.* Минеральные парагенезы галопелитов в отложениях калийных солей // Докл. АН СССР. — 1980. — Т. 253. — № 2. — С. 469–472.
12. *Ляхович О. К.* Вещественный состав галопелитов Старобинского месторождения // Геология и петрография калийных солей Белоруссии. — Минск: Наука и техника, 1969. — С. 301–332.
13. *Ляшкевич З. М.* О некоторых особенностях девонского вулканизма и галогенеза Припятско-Днепровско-Донецкого палеорифта // Геология и геохимия соленосных отложений нефтегазоносных провинций : Сб. науч. тр. — Киев: Наук. думка, 1990. — С. 107–113.
14. *Олійович О., Яремчук Я., Гринів С.* Глини галогенних відкладів і кори звітрювання Калуш-Голинського родовища калійних солей (міоцен, Передкарпаття) // Мінерал. зб. — 2004. — № 54. — Вип. 2. — С. 214–223.
15. *Парагенезы и история формирования глинистых минералов в бассейнах начальной стадии эвапоритовой седиментации / А. Г. Коссовская, Т. Н. Соколова, В. А. Дриц, Б. А. Сахаров* // Проблемы литологии и геохимии осадочных пород и руд. — Москва: Наука, 1975. — С. 279–296.
16. *Попов В. С., Осичкина Р. Г.* Глинистые минералы — индикаторы условий формирования соляных толщ (на примере галогенных формаций Средней Азии) // Химия и технология минеральных удобрений. — Ташкент: Фан. — 1971. — С. 155–176.
17. *Пустыльников А. М.* Глинистые, хемо- и биохомогенные породы : Методическая разработка для практических занятий по курсу «Петрография осадочных пород». — Новосибирск : Новосибирск. гос. ун-т, 1992. — 56 с.
18. *Ратеев М. А.* Минералогия и генезис палыгорскитов и сепиолитов в морских отложениях карбона Русской платформы // Литология и полезные ископаемые. — 1963. — № 1. — С. 58–72.
19. *Ратеев М. А., Осипова А. И.* Глинистые минералы в отложениях аридной зоны палеогена Ферганы // Докл. АН СССР. — 1958. — Т. 123, № 1. — С. 166–169.
20. *Соколова Т. Н.* Магнезиальное глинообразование — специфическая черта пермских солеродных бассейнов // Осадочные породы и руды. — Киев: Наук. думка, 1978. — С. 193–206.
21. *Соколова Т. Н.* Аутигенное силикатное минералообразование разных стадий осолонения. — Москва: Наука, 1982. — 164 с. (Тр. ГИН, Вып. 361).
22. *Тальк в кембрийских солях Канско-Тасеевской впадины / А. С. Колосов, А. М. Пустыльников, И. А. Мошкина, З. М. Мельникова* // Докл. АН СССР. — 1969. — Т. 185. — № 1. — С. 174–178.
23. *Франк-Каменецкий В. А., Котов Н. В., Гойло Э. Л.* Трансформационные преобразования слоистых силикатов. — Ленинград: Недра, 1983. — 152 с.
24. *Хмелевская Е. В.* Аутигенные минералы-примеси в верхнеюрской каменной соли Преддобруджья и Средней Азии // Минерал. сб. — 1990. — Т. 44. — № 1. — С. 75–77.
25. *Шутов В. Д.* Минеральные парагенезы граувакковых комплексов // Тр. ГИН АН СССР. — 1975. — Вып. 278. — С. 63–81.
26. *Яремчук Я. В.* Залежність мінерального складу пелітової фракції водонерозчинного залишку евапоритів від хімічного типу розсолів морських солеродних басейнів // Геологія і геохімія горючих копалин. — 2009. — № 3–4 (148–149). — С. 81–95.
27. *Яремчук Я. В., Галамай А. Р.* Мінеральний склад водонерозчинного залишку баденської кам'яної солі Українського Передкарпаття (ділянка Гринівка) // Геологія і геохімія горючих копалин. — 2009. — № 1 (146). — С. 79–90.
28. *Яремчук Я. В., Гринів С. П.* Мінеральний склад глин кам'яної солі міоценових евапоритів Карпатського



- регіону України // Сучасні проблеми літології і мінералогії осадових басейнів України та суміжних територій: Зб. наук. пр. ІГН України. — 2008. — С. 209–215.
29. Яремчук Я. В., Побережський А. В. Мінеральний склад глин баденських гіпсів Наддністров'я // Мінерал. зб. — 2009. — № 59, вип. 1. — С. 116–127.
30. Яржемская Е. А. Вещественный состав галопелитов // Тр. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та галургии. — 1954. — Вып. 29. — С. 260–314.
31. Bodine M. W., Standaert R. R. Chlorite and illite compositions from Upper Silurian rock salt, Retsof, New York // Clays and Clay Miner. — 1977. — Vol. 25, No. 1. — P. 57–71.
32. Füchtbauer H., Goldschmidt H. Die Tonminerale der Zechschteinformation // Beiträge zur Mineralogie und Petrographie. — 1959. — Bd. 6. — S. 320–345.
33. Horita J., Zimmermann H., Holland H. D. Chemical evolution of seawater during the Phanerozoic : Implications from the record of marine evaporites // Geochim. Cosmochim. Acta. — 2002. — Vol. 66. — P. 373–375.
34. Kovalevych V. M., Peryt T. M., Petrychenko O. I. Secular variation in seawater chemistry during the Phanerozoic as indicated by brine inclusions in halite // Journal Geology. — 1998. — Vol. 106. — P. 695–712.
35. Lippman F., Savascin M. Mineralogische Untersuchungen an Lösungsrückständen eines württembergischen Keupergipsvorkommens // Tschermak's Mineral. und Petrogr. Mitt. — 1969. — Vol. 13. — S. 165–190.
36. Lukas J. La transformation des minéraux argileux dans la sédimentation. Etudes sur les argiles du Trias. — Mem. Serv. Carte Geol. Als. et Lorraine. — 1962. — No. 20. — 499 p.
37. Marc W., Bodine Jr. Trioctahedral Clay Mineral Assemblages in Paleozoic Marine Evaporite Rocks // Sixth International Symposium on Salt. — 1983. — Vol. 1. — P. 267–284.
38. Peterson M. N. A. The mineralogy and petrology of Upper Mississippian carbonate rocks of the Cumberland Plateau in Tennessee // J. Geol. — 1962. — Vol. 70. — No. 1. — P. 1–31.
39. Secular variation in seawater chemistry and the origin of calcium chloride basinal brines / T. K. Lowenstein, L. A. Hardie, M. N. Timofeeff, R. V. Demicco // Geology. — 2003. — Vol. 31. — P. 857–860.

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,  
Львів  
E-mail: slava.yaremchuk@gmail.com

Рецензент — канд. геол.-мінерал. наук С.Б. Шехунова