

УДК 550.4 : 552.53 : 553.3 / 9 (4)

**Володимир КОВАЛЕВИЧ¹, Ігор ДУДОК¹, Андрій ПОБЕРЕЖСЬКИЙ¹,
Сергій ВОВНЮК¹, Анатолій ГАЛАМАЙ¹, Софія ГРИНІВ¹,
Станіслав ЛИТВИНЮК², Дарія СИДОР¹, Ярослава ЯРЕМЧУК¹**

¹ Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів,
e-mail: igggk@mail.lviv.ua

² Державний комітет по запасах України, Київ

**ХІМІКО-ПАЛЕООКЕАНОГРАФІЧНІ ІНДИКАТОРИ
ПРОГНОЗУ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ ТА КОРИСНИХ КОПАЛИН
У ВІДКЛАДАХ КОНТИНЕНТАЛЬНИХ ОКРАЇН
(ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ МІНЕРАЛОГО-ГЕОХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
СУЛЬФАТНО-КАРБОНАТНИХ І СОЛЕНОСНИХ ТОВЩ
ФАНЕРОЗОЮ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ТА СХІДНОЇ ЄВРОПИ)**

На основі досліджень флюїдних включень у галіті морських евапоритів побудовано нову кількісну модель хімічної еволюції океанічної води у фанерозої, новизна якої полягає в уточненні масштабів і вікових границь змін хімічного складу вод океану у двох фанерозойських мегациклах. Деталізовано вікові закономірності змін складу глинистих мінералів у морських евапоритах, які можуть бути новими критеріями хімічної еволюції вод Світового океану. Проведено комплекс мінералого-геохімічних досліджень сульфатно-карбонатних, солених і теригенних відкладів деяких нафтогазоносних регіонів, за результатами яких виявлено фізико-хімічні особливості формування як самих відкладів, так і покладів вуглеводнів у цих регіонах. Уточнено прямий кореляційний зв'язок вікового розподілу комплексу корисних копалин в осадових відкладах фанерозою з хімічною еволюцією океанічної води. Обґрунтовано можливість прогнозу покладів вуглеводнів на основі комплексного геохімічного дослідження солених відкладів нафтогазоносних регіонів України і Польщі.

Ключові слова: морські відклади, фанерозою, хімія океану, включення в мінералах, вуглеводні, ізотопний склад S, O, C і Sr.

Вступ. Метою роботи є обґрунтування хіміко-палеоокеанографічних індикаторів прогнозу покладів вуглеводнів та інших корисних копалин серед морських осадових відкладів шляхом узагальнення літературних та нових фактичних даних. Аналогічні дослідження сьогодні проводять у лабораторіях наукових установ США, Німеччини, Іспанії, Австралії, Росії, Польщі.

Для досягнення поставленої мети було: побудовано уточнену кількісну модель хімічної еволюції океанічної води у фанерозої; деталізовано вікові

закономірності зміни мінерального і хімічного складу глинистих мінералів морських евапоритів, які узгоджуються з хімічною еволюцією океанічної води; проведено комплекс мінералого-геохімічних досліджень сульфатно-карбонатних, соленосних і теригенних відкладів окремих нафтогазоносних регіонів та виявлено фізико-хімічні особливості формування як самих відкладів, так і покладів вуглеводнів у цих регіонах; уточнено кореляційний зв'язок комплексу корисних копалин в осадових відкладах фанерозою з хімічною еволюцією океанічної води; обґрунтовано можливість прогнозу покладів вуглеводнів у підсолевих відкладах на основі комплексного дослідження флюїдних включень у галіті та бітумів у солях нафтогазоносних регіонів України і Польщі.

Нова кількісна модель хімічної еволюції океанічної води у фанерозої за результатами дослідження включень у галіті. За останні роки різними авторами було побудовано декілька подібних кількісних моделей вікових змін складу океанічної води (Ковалевич, 1987, 1990; Kovalevich et al., 1998; Zimmermann, 2000; Oscillations..., 2001; Horita et al., 2002; Secular..., 2003). У них відображені в основному коливання вмісту йонів Ca та SO₄ у воді океану, які є синхронними, обернено залежними і утворюють два мегацикли – палеозойський та мезо-кайнозойський. Але є і суттєві відмінності між цими моделями, зокрема у масштабах коливань йонів та вікових границях між етапами існування океанічної води певного хімічного типу.

Для побудови нової моделі необхідно було більш детально вивчити такі аспекти: обґрунтування придатності (для реконструкції складу океанічної води) включень різних генетичних типів, порівняння результатів, одержаних різними методами, методологію розрахунків складу океанічної води за даними про склад розчинів включень у галіті, масштаби впливу локальних чинників на склад розсолів солеродного басейну. Враховано також значну кількість нових фактичних даних, які дозволили уточнити коливання складу океанічної води на окремих етапах фанерозою.

Основними критеріями відбору оптимальних даних для побудови нової моделі коливань складу океанічної води за дослідженням включень у галіті були: комплексне (палеогеографічне, мінералого-петрографічне і геохімічне) підтвердження морського походження досліджуваних евапоритових формацій; відбір аналітичних даних, одержаних за результатами дослідження галітових товщ, утворених до формування калієносних відкладів; використання для аналізів лише первинних рідких включень у первинному (седиментаційному) галіті.

На сьогодні в літературі наведено результати досліджень флюїдних включень у галіті із соленосних відкладів більшості відомих морських евапоритових формацій фанерозою і пізнього протерозою (Kovalevich et al., 1998; Zimmermann, 2000; Oscillations..., 2001; Horita et al., 2002; Brennan, Lowenstein, 2002; Geochemistry..., 2002; The major-ion..., 2005; Chemical..., 2006; Deposition..., 2006; Kovalevych et al., 2009; Галамай, 2010). Однак окремі опубліковані дані викликають сумнів. Ідеться про достовірність результатів аналізів розчинів включень не з точки зору аналітичної помилки, а з позицій можливого помилкового віднесення до первинних більш пізніх чи перенаповнених включень. Очевидно, цим можна пояснити суттєві коливання співвідношень

іонів у розчинах досліджених включень (ідентифікованих як первинні) для окремих зразків, розрізів та формацій. Таких сумнівних даних ми не враховували.

Методологія реконструкції хімічного складу океанічної води включає також низку припущень: загальна концентрація океанічної води та вміст у ній іонів K^+ , Cl^- і Br^- протягом фанерозою суттєво не коливалися; осадження карбонатів у процесі згущення не призводило до значних змін вмісту йонів SO_4 і Ca ; добуток концентрацій $(SO_4) \cdot (Ca)$ у давній океанічній воді завжди був близьким до його сучасного значення ~ 319 ммоль². Керуючись такими припущеннями та оцінкою аналітичних даних, ми побудували нову криву варіацій вмісту йонів SO_4 і Ca в океанічній воді фанерозою (рис. 1), яка є вдосконаленим варіантом кількісних моделей, опублікованих раніше, насамперед, завдяки уточненню часових етапів існування вод перехідного складу (місце перетину кривих SO_4 і Ca), обґрунтуванню достовірності даних на різних інтервалах та врахуванню найновіших літературних даних зі складу розчинів включень у галіті окремих давніх соленосних басейнів. Детально цю модель розглянуто в статті (Ковалевич, Вовнюк, 2010).

На рис. 1 показано також синхронність змін хімічного складу океанічної води з деякими (найбільш наочними в графічному зображенні) геологічними процесами в історії фанерозою – описаними в літературі змінами рівня океану (Bernier, Canfield, 1989) і клімату (Фишер, 1986). Так, крива рівня океану теж утворює два мегацикли, у яких високому рівневі океану відповідає океанічна вода з підвищеним вмістом Ca і пониженим – SO_4 , а низькому – океанічна вода із протилежним вмістом цих іонів. Це зумовлено змінами об'ємів гідротермальних розчинів, що надходили в океан із серединно-океанічних

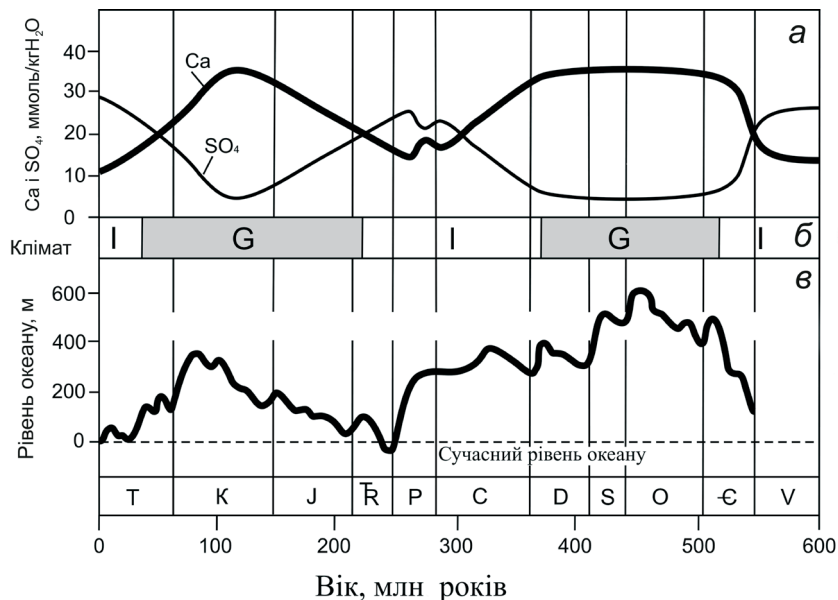


Рис. 1. Вікові варіації вмісту йонів SO_4 і Ca в океанічній воді у фанерозої (а) у зіставленні із: (б) змінами клімату від холодного (I – Icehouse) до теплого (G – greenhouse) (Фишер, 1986) і (в) коливаннями рівня океану (Bernier, Canfield, 1989)

хребтів, що, у свою чергу, пов'язане зі змінами швидкості формування базальтової кори (Hardie, 1996). Зі збільшенням об'єму гідротермальних розсолів в океанічній воді збільшувався вміст Ca та зменшувався – SO_4 і Mg. Щодо змін клімату, то на рис. 1 добре видно, що етапи холодного клімату (льодовикові періоди) приурочені до етапів існування океанічної води з підвищеним вмістом іона SO_4 , а етапи теплого клімату – із підвищеним вмістом Ca.

Як інші приклади зв'язку еволюції хімічного складу океанічної води з різними геологічними процесами можна навести дані про зміни кількості CO_2 у складі атмосфери і маси $\text{C}_{\text{орг}}$ в осадових породах (Ронов, 1980; Berner, Canfield, 1989; Ковалевич, 1990). Очевидно, суттєво впливали на хімічний склад океанічної води також такі події, як “кембрійський вибух” та бурхливий розвиток CaCO_3 -поглинаючих організмів у юрському і крейдяному періодах. Саме цим етапам фанерозою було властиве збільшення концентрації Ca в океанічній воді.

Залежність складу глинистих мінералів евапоритових відкладів від стадії згущення розсолів і хімічного типу океанічної води. Ці питання детально розглянуто на прикладі досліджених нами евапоритових відкладів України – девонських та пермських Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), юрських Переддобруддя і неогенових Карпатського регіону (Яремчук, 2010₂), а також вивчених іншими дослідниками багатьох (34) евапоритових формацій фанерозою (Яремчук, 2010₁). Вивчення асоціації глинистих мінералів нерозчинного залишку (н. з.) евапоритів різновікових формацій фанерозою сьогодні дає змогу використовувати цей матеріал для виявлення глобальних вікових закономірностей їхнього складу. Інтерпретуючи одержані результати дослідження, ми керувалися схемою аградаційного перетворення у глинистих мінералах (Франк-Каменецкий и др., 1983). В евапоритовому процесі діючим чинником такої трансформації є висока концентрація розсолів у відповідних басейнах.

Дослідивши пермські евапорити трьох стадій галогенезу, ми встановили, що при прогресивному осолоненні асоціація глинистих мінералів н. з. змінюється, однак ця зміна не повністю відповідає схемі аградаційних перетворень нестійких глинистих мінералів у солеродному басейні. Ми припускаємо, що, крім підвищеної концентрації та привнесення вулканогенного матеріалу, на процес перетворення глин впливали інші вагомні (але ще не встановлені) чинники (Особливості..., 2010).

Дані з вивчення міоценових евапоритів Карпатського регіону показали, що при збільшенні концентрації розсолів у солеродних басейнах відбуваються перетворення глинистих мінералів, які мають аградаційно-ізоморфний характер і ведуть до впорядкування їхньої структури та трансформації нестійких мінералів у стійкі. Кінцевим результатом цих перетворень є гідрослюда та хлорит. Однак слід зазначити, що в мінеральній асоціації глин баденської кам'яної солі (галітова стадія) містяться ще мінерали, здатні до набухання (монтморилоніт, коренсит), та змішаношаруваті утворення гідрослюда- і хлорит-монтморилонітового складу (Яремчук, Галамай, 2009). Очевидно, що в баденському солеродному басейні та в сольових відкладах процеси перетворення нестабільних глинистих мінералів пройшли не до кінця, і тому асоціація глинистих мінералів кам'яної солі не властива евапоритам

вищої стадії згущення. Відхилення мінерального складу від прогнозованого ми пояснюємо впливом на евапоритовий процес одновікового вулканізму.

Залежність асоціацій глинистих мінералів від концентрації розсолів солеродних басейнів для міоценових евапоритів Карпатського регіону ми виявили навіть у межах однієї (галітової) стадії. У конкретних пробах відмічено впорядкування структури глинистих мінералів при незначному зростанні концентрації. За концентрації розсолів, що відповідає вмісту K^+ – 5,7–6,3 г/л у включеннях (за даними ультрамікрохімічного аналізу рідких включень у галіті), глини ще містять неупорядковане змішаношарувате утворення (хлорит-монтморилоніт), а при вмісті K^+ – 7,8 г/л – уже його впорядковану форму – коренсит (Яремчук, Гринів, 2008; Яремчук, Галамай, 2009).

Узагальнення результатів дослідження евапоритів трьох стадій згущення розсолів дозволило встановити, що мінеральний склад пелітової фракції н. з. залежить, насамперед, від концентрації розсолів солеродного басейну, а також від локальних особливостей евапоритових басейнів (рис. 2) (Яремчук, 2010₁).

Наведені в літературі докази вікових змін складу океанічної води дозволили також припустити можливість зміни асоціацій аутигенних глинистих мінералів морських евапоритів упродовж фанерозою (Вікові..., 2006; Яремчук, 2009). Аутигенні глинисті мінерали – новоутворені чи ті, які виникли при перетворенні в евапоритовому басейні нестійких глинистих мінералів, становлять значну частину пелітової фракції н. з. евапоритових відкладів. На основі аналізу літературних даних встановлено, що для евапоритів, утворених з розсолів сульфатного типу, характерний більш розмаїтий мінеральний склад пелітової фракції н. з. та підвищений вміст магнезійних глинистих мінералів – Mg-коренситу, палигорскіту, сепіоліту, тальку (див. рис. 2) (Вікові..., 2006; Яремчук, 2009).

Виявлена залежність мінерального складу пелітової фракції н. з. евапоритів від хімічного типу розсолів морських солеродних басейнів є новим підтвердженням суттєвих змін складу океанічної води упродовж фанерозою та пізнього протерозою.

Мінералого-петрографічні і геохімічні особливості сульфатно-карбонатних, соленосних та теригенних відкладів окремих нафтогазоносних регіонів. Мінералого-петрографічні та геохімічні дослідження, а особливо результати визначення ізотопного складу S, O, C та Sr на тлі глобальних коливань співвідношень ізотопів цих елементів, дали можливість встановити масштаби впливу локальних чинників (стратифікації розсолів за густиною, бактеріальної сульфат-редукції, процесів розчинення і перевідкладення сульфатів, притоку континентальних вод у солеродний басейн) на формування хімічного складу розсолів солеродних басейнів. Урахування цих локальних впливів має важливе значення для реконструкції хімічного складу давньої океанічної води. Дослідження розсіяної органічної речовини (POR) у відкладах та бітумів у жильних утвореннях сприяли обґрунтуванню прогнозних критеріїв на поклади нафти і газу.

Комплекс таких детальних досліджень ми провели для сульфатно-карбонатних, соленосних та теригенних відкладів нафтогазоносних провінцій Західної Польщі, ДДЗ і Карпатського регіону.

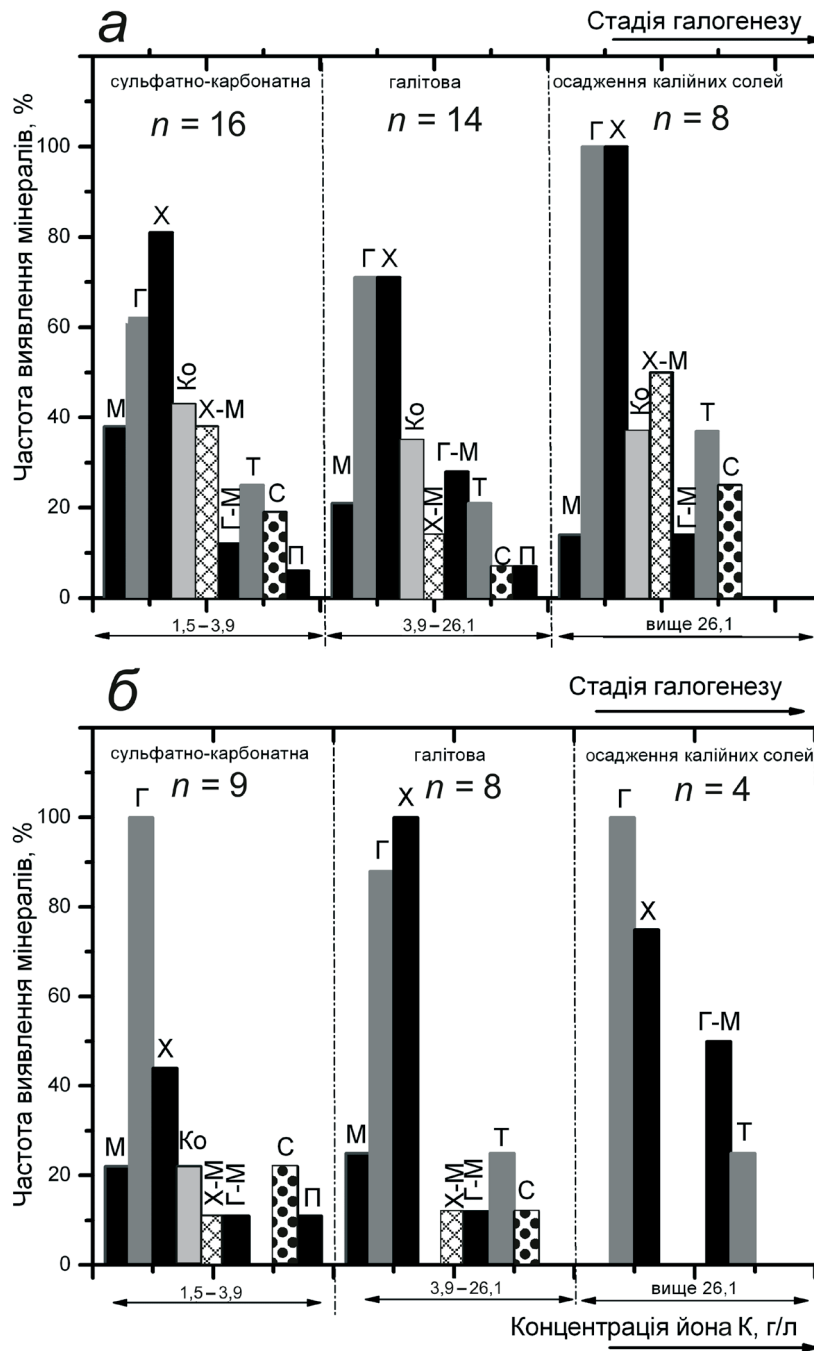


Рис. 2. Гістограми розподілу глинистих мінералів евапоритових відкладів трьох стадій згущення океанічної води сульфатного (а) і хлоркальцієвого (б) хімічних типів: n – кількість проаналізованих евапоритових формацій; глинисті мінерали: г – гідрослюда; х – хлорит; т – тальк; п – палигорскіт; с – сепіоліт; м – монтморилоніт; ко – коренсіт; змішано-шаруваті утворення: г-м – гідрослюда-монтморилоніт; х-м – хлорит-монтморилоніт.

Розподіл Sr у цехштейнових евапоритових відкладах Західної Польщі. Дані досліджень вмісту Sr в ангідритах, а також розподілу целестину та інших аутигенних мінералів у цехштейнових відкладах серій Верра та Стассфурт, проведених для району Вольштинського підняття – нафтогазоносного району Західної Польщі, показують, що ангідрити різних стратиграфічних рівнів відрізняються тим, що в них часто трапляються зразки з високим вмістом Sr. Нижній ангідрит серії Верра в районі Вольштинського підняття, де рифові структури підстилаючих відкладів є газонасними, характеризується найбільшими коливаннями, найвищим вмістом стронцію і домішкою деяких аутигенних мінералів. Для целестину, кварцу та тальку виділено седиментаційно-ранньодіагенетичний і діагенетичний (прожилковий) генетичні різновиди. Для седиментаційно-ранньодіагенетичного целестину джерелом стронцію були розсоли евапоритового басейну, для діагенетичного – джерелом додаткового стронцію були рифові вапняки, у яких при переході арагоніту в кальцит надлишковий стронцій виділявся в розчин. Прожилки аутигенного целестину в ангідритах цехштейну свідчать про проникнення в ангідритову товщу з рифів збагачених стронцієм вод, які відображають нафтогазоносність покладів. Хоча вважати целестин показником нафтогазоносності в цілому передчасно, для дослідженого району Західної Польщі його наявність у покривній ангідритовій товщі може бути критерієм газонасності підстилаючих рифогенних відкладів.

Ізотопний склад S та O девонських (франських) ангідритів Дніпровсько-Донецької западини. Високі значення $\delta^{34}\text{S}$ верхньофранських ангідритів ДДЗ добре узгоджуються із глобальною закономірністю коливань ізотопного складу сульфатної сірки, встановленою В. Холсером та І. Капланом (Holser, Kaplan, 1966) і підтвердженою Дж. Клейпулом зі співавторами (The age..., 1980). Така відповідність наших та літературних даних спричинена океанічним походженням сульфату вод Дніпровсько-Донецького басейну, що підтверджено результатами вивчення палеогеографічних та фізико-хімічних умов седиментації солей у цьому басейні (Китык, Галабуда, 1981; Хоменко, 1986; Petrichenko, Shaidetskaya, 1998). Широкі межі коливань ізотопних даних сірки сульфатів були вже відомими для відкладів верхнього девону, натомість даних про ізотопний склад кисню сульфатів цього віку не було, отже, наші дослідження – це новий матеріал для кращого пізнання хімічної еволюції океану. Результати вивчення 21 зразка верхньофранських ангідритів євлановсько-лівенського горизонту ДДЗ (Ізотопи..., 2006) показують, що для сульфатів середнє значення $\delta^{34}\text{S}$ становить $27,8 \pm 3,8$ ‰ із коливаннями від 21,9 до 34,2 ‰, та середнє значення $\delta^{18}\text{O}$ – $15,2 \pm 2,0$ ‰ із коливаннями від 11,8 до 18,5 ‰. Отримані дані дали змогу деталізувати ізотопний склад S та O морських сульфатів цього часового періоду. Припускаємо, що значення $\delta^{34}\text{S}$ між 24 і 29 ‰ та $\delta^{18}\text{O}$ між 13 і 16 ‰ є репрезентативними для океанічних сульфатів пізньофранського часу. Бактеріальна сульфат-редукція була найважливішим процесом, який контролював ізотопний склад сірки та кисню сульфатів, у той час як інші процеси фракціонування (розчинення і перевідкладення сульфатів, окиснення сульфідів) відіграли незначну роль.

Ізотопний склад S, O та Sr неогенових евапоритів Передкарпатського прогину. Ізотопний склад сірки неогенових (баденських) відкладів калійно-

магнієвих солей Передкарпатського прогину вивчали для десяти сульфатних мінералів (29 зразків) із Калуш-Голинського і Стебницького родовищ калійних солей. Досліджували мінерали калієносної зони (полігаліт, каїніт, лангбейніт, кізерит, ангідрит) та зони звітрювання (леоніт, шеніт, астраханіт, сингеніт, гіпс) (Hryniv et al., 2007).

Коливання значень $\delta^{34}\text{S}$ для ангідриту, полігаліту та гіпсу зі Стебницького родовища є відносно невеликими (15,28–16,73 ‰). Для Калуш-Голинського родовища серед вивчених зразків базальний ангідрит має найвище значення $\delta^{34}\text{S}$ (21,00 ‰), розмах значень $\delta^{34}\text{S}$ для інших мінералів – у межах 15,75–17,88 ‰. Значення $\delta^{34}\text{S}$ для мінералів зони звітрювання змінюються від 14,73 до 18,22 ‰ (середнє – 16,44 ‰).

Ізотопний склад сірки в К-Mg-сульфатах нижньо- та (?) середньоміоценових евапоритових відкладів Передкарпатського прогину є збідненим ^{34}S на 3,5–5,7 ‰, а для мінералів зони звітрювання – на 2,8–6,2 ‰, порівняно із сульфатами тодішньої морської води, що може бути спричинене такими чинниками ізотопного фракціонування, як бактеріальна сульфат-редукція і кристалізаційний ефект. Приплив поверхневих вод з Карпат та олістоліти бітумінозних сланців менілітової світи постачали у воротищенський евапоритовий басейн легший сульфат, сформований унаслідок окиснення піриту, що було причиною пониження ^{34}S на 0,3–1,9 ‰ у полігалітах Стебницького родовища, порівняно із подібними різновидами цього мінералу із Калуш-Голинського родовища.

Ізотопний склад стронцію евапоритів Передкарпатського баденського басейну (Peryt et al., 2010) визначався для первинного гіпсу (кар'єр Мамалига – шість зразків) та двох зразків ангідриту із відкладів галітових фацій (св. Гринівка-525 та Сілець-Ступниця-348). Стронцієве ізотопне відношення ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) в ангідриті становить 0,708 902 та 0,708 917; у гіпсі – змінюється від 0,709 154 до 0,709 838 (Peryt et al., 2010). В обох випадках воно є вищим, ніж у баденській морській воді.

Високорадіогенне відношення $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ у баденському первинному гіпсі свідчить про значне надходження неморських вод у басейн.

Мінералого-петрографічні та геохімічні особливості сульфатно-карбонатних евапоритів Карпатського регіону. Мінералого-петрографічні і геохімічні дослідження сульфатно-карбонатних неогенових евапоритів регіону дозволили провести кореляцію гіпсів із різних палеогеографічних зон басейну, підтвердити існування фаціальних переходів між різновидами та встановити залежність будови фаціальних зон сульфатів від еволюції карпатського орогену. Крім того, за результатами дослідження ізотопного складу сірки, кисню та вуглецю, у баденських і сарматських карбонатах встановлено вплив локальних чинників на формування хімічного складу розсолів солеродних басейнів.

Вміст мікроелементів у глинистих мінералах соленосних відкладів Карпатського регіону. Загалом, порівняння вмісту мікроелементів у відкладах Карпатського регіону з кларками елементів у глинах, за А. П. Виноградовим (1962), показало, що: елементи Zn, Fe, Mn, Ni, V, Mo, Sn, Be, Co характеризуються кларковим вмістом; Sr у 8 разів перевищує кларк; Cd і Cr – у 100 разів; Cu – утричі.

Результати дослідження вмісту мікроелементів у соленосних відкладах Карпатського регіону свідчать про концентрування низки елементів (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, V, Mo, Sn, Be, Co, Cr) саме в глинистих домішках та глинах цих відкладів. Аномальний вміст деяких елементів є одним із доказів надходження теригенного матеріалу з Карпат. Окрім того, отримані дані, з одного боку, дають підстави говорити про можливу залежність вмісту окремих мікроелементів від хімічного складу розсолів давнього евапоритового басейну, а з іншого – оцінити вплив континентального стоку на мікроелементний склад цих розсолів.

Жильні утворення та розсіяна органічна речовина у менілітових відкладах Карпатського регіону. На основі дослідження жильних утворень у флішових відкладах Карпат можна стверджувати, що встановлення мінералого-геохімічних закономірностей їхнього формування в цілому та органічної речовини (ОР) зокрема може сприяти прогнозуванню перспективних ділянок для пошуків скупчень нафти і газу. Вивчення епігенетичних бітумів у гідротермальних жильних утвореннях та їхнє порівняння з РОР вміщуючих порід також дає інформацію про шляхи і час міграції вуглеводнів (Головченко, Попівняк, 2009).

Геохімічні дослідження РОР менілітових відкладів Карпатського регіону свідчать про наявність епігенетичних вуглеводнів і дозволяють прогнозувати наявність на досліджених площах покладів нафти і газу та простежити шлях їхньої міграції із більш глибоких горизонтів (Organic..., 2005).

Віковий розподіл корисних копалин, пов'язаних з морськими осадовими відкладами. Виявлені нами зміни складу океанічної води упродовж фанерозою корелюються (див. рис. 1) із багатьма геологічними процесами, що відбувалися на Землі. Окрім описаних прикладів, існує також пряма кореляція між вмістом органічної речовини в осадових породах певного віку, запасами нафти (Ронов, 1982; Bois et al., 1982) та складом океанічної води (Петриченко і ін., 2000; Петриченко і ін., 2001). Зокрема, інтенсивне нагромадження бітумінозних відкладів пов'язуємо із хлоркальцієвим типом морської води, який є одночасно сприятливим для осадження карбонатів і розвитку мікроорганізмів. Існує також чітка кореляція між змінами кількості O_2 та CO_2 у складі атмосфери і встановленими нами змінами хімічного складу океанічної води. Саме зміни рівня O_2 в атмосфері чітко пов'язуються зі змінами кількості захороненого C_{org} , між якими існує обернена залежність. Така сама залежність є між кількістю O_2 в атмосфері та кількістю виявлених покладів оолітових залізняків в океанічних відкладах.

Зв'язок між кількістю O_2 в атмосфері і масою захороненого C_{org} має логічне пояснення: чим вищий вміст O_2 в атмосфері, тим більше органічної речовини на поверхні Землі та в океанах встигає окислитися до захоронення і тим менше її зберігається в осадових відкладах.

Зіставлення результатів дослідження вікових коливань хімічного складу океану, розвитку т. зв. "океанських безкисневих подій" і біогеохімічних циклів у фанерозої свідчить про те, що найбільш сприятливі етапи для розвитку глобальних та регіональних безкисневих подій і бурхливого розвитку органічного світу збігаються з етапами існування хлоркальцієвого типу океанічної води.

Ці питання вже значною мірою були висвітлені в попередній публікації (Вікові..., 2006), а наступні дослідження підтвердили раніше одержані результати. Але наведена нова крива коливань хімічного складу океанічної води краще корелюється із кривою вмісту органічної речовини в осадових породах. Звичайно, цей зв'язок не є абсолютно однозначним через глобальну тенденцію до зменшення запасів нафти зі збільшенням віку нафтоматеринських порід (Vois et al., 1982). Встановлено також, що кращий результат (точніше збіг) дає порівняння коливань складу океанічної води із запасами нафти, віднесеними до віку нафтоматеринських порід.

Як і раніше, незважаючи на деякі зміни кривої в новій моделі хімічної еволюції океану, залишається вірним висновок про те, що евапорити морської генези, які формувалися в періоди хлоркальцієвого складу океанічної води, є перспективними на калійні солі лише хлоридного складу, а евапорити, сформовані в періоди сульфатного складу вод океану, – на хлоридно-сульфатні калійні солі, борати, целестин, самородну сірку, сірководень. Фосфорити значною мірою тяжіють до осадових відкладів, що формувалися на перехідних етапах існування океанічної води (між сульфатним і хлоркальцієвим складом). Металічні корисні копалини – мідь, оолітові залізняки та свинцево-цинкові руди, більш приурочені до етапів існування океанічної води хлоркальцієвого типу.

Прогноз покладів вуглеводнів за результатами дослідження включень у галіті і бітумів кам'яної солі. Детальні геохімічні дослідження РОР проводили в Гірничо-металургійній академії (Краків, Польща). Досліджували зразки кам'яної солі евапоритових формацій двох нафтогазоносних провінцій – верхньопермської цехштейнної Західної Польщі та міоценових (нижньо- і середньоміоценової) української частини Передкарпатського прогину. У галіті із розрізів солей цих регіонів також детально вивчали флюїдні включення (фазовий склад включень та хімічний склад газів у них). Окрім того, для узагальнення використані результати подібних досліджень включень у галіті багатьох інших соленосних формацій Світу (Geochemical..., 2008; Литвинюк, 2007). Отриманий фактичний матеріал розглядали окремо для соленосних товщ над розвіданими покладами, над передбачуваними покладами та для товщ без покладів вуглеводнів.

Груповий склад бітумоїдів. На основі дослідження евапоритової формації цехштейну Західної Польщі встановлено низький вміст бітумоїдів у кам'яній солі (30–50 ppm), в ангідриті він вищий – 200 ppm (Geochemical..., 2008). У кам'яній солі переважно домінує фракція насичених вуглеводнів (40–46 %), окрім взірців зі св. Хартув-2, де вона менша (13–15 %), а переважає (> 50 %) фракція смол. У бітумоїдах із ангідриту насичені та ароматичні вуглеводні становлять 38 та 33 % відповідно.

Вміст бітумоїдів у кам'яній солі міоценових евапоритів Передкарпатського прогину України коливається від 30 до 110 ppm (Inkluzje..., 2008). У груповому складі переважає фракція смол (41–57 %), насичені та ароматичні вуглеводні становлять 23–39 та 16–17 % відповідно, вміст асфальтенів – дуже низький (2–5 %). У св. Гринівка-525 з глибиною збільшується вміст бітумоїдів (від 50 до 80 ppm) і насичених вуглеводнів (від 23 до 28 %), при зменшенні частки смол (від 57 до 54 %).

Стабільні ізотопи вуглецю у фракціях бітумоїдів. Для кам'яної солі цехштейнової формації Західної Польщі ізотопний склад вуглецю для бітумоїду та його фракцій змінюється в межах від $-29,8$ до $-28,5$ ‰, і лише для асфальтенів та керогену границі коливань трохи ширші (від $-29,2$ до $-27,9$ ‰ та від $-27,3$ до $-24,5$ ‰ відповідно) (Geochemical..., 2008); для кам'яної солі міоценових відкладів Передкарпатського прогину України – значення знаходяться в межах від $-28,7$ до $-23,5$ ‰ (Inkluzje..., 2008).

Розподіл n-алканів та ізопреноїдів. Значення показників біомаркерів у бітумоїдах цехштейнових солей Західної Польщі і міоценових солей Передкарпатського прогину України обчислені на основі розподілу n-алканів та ізопреноїдів. Для солей цехштейну Західної Польщі значення $CPI_{(17-31)}$ (Carbon Preference Index) становить від 0,95 до 1,33; $CPI_{(17-23)}$ – від 0,98 до 1,07; $CPI_{(25-31)}$ – від 0,90 до 1,66. Значення основних показників біомаркерів: Pr/Ph – від 0,09 до 0,81; Pr/n-C₁₇ – від 1,35 до 1,99; Ph/n-C₁₈ – від 0,9 до 3,95; (Pr + Ph)/(n-C₁₇ + n-C₁₈) – від 1,18 до 3,38.

У кам'яній солі міоценових евапоритових відкладів Передкарпатського прогину України розподіл n-алканів та ізопреноїдів характеризується такими значеннями: $CPI_{(17-31)}$ – від 1,05 до 1,34; $CPI_{(17-23)}$ – від 0,91 до 1,08; $CPI_{(25-31)}$ – від 1,21 до 1,87; показники біомаркерів змінюються в межах: Pr/Ph – від 0,06 до 0,26; Pr/n-C₁₇ – від 2,49 до 7,02; Ph/n-C₁₈ – від 2,07 до 18,9 (Inkluzje..., 2008).

Генетична інформативність геохімічних досліджень бітумів кам'яної солі. За результатами досліджень стабільних ізотопів вуглецю як бітумоїди, екстраговані з кам'яної солі цехштейну Західної Польщі (Geochemical..., 2008), так і нафта ділянок Барнувко–Мостно–Бушево та Хартув (Kotarba et al., 2000), знаходяться в полі аквагенної ОР.

Незначний інтервал зміни значень $\delta^{13}C$ бітумів у солях свідчить про єдине джерело вуглеводнів, пов'язане з товщею Головного доломіту (Ca2). Невелика різниця в ізотопному складі нафти та бітумів кам'яної солі є результатом вторинних процесів (фракціонування і біодеградації), накладених під час міграції вуглеводнів системою мікротріщин. Доказами процесів біодеградації є характерний “пагорб” на хроматограмах та показник (Pr+Ph)/(n-C₁₇ + n-C₁₈), який є більшим від одиниці.

Найбільшого впливу вторинних процесів зазнала POP із кам'яної солі зі св. Кробелевко-5 (де відклади залягають найглибше), найменшого – POP із ангідриту. Згідно з розподілом n-алканів та ізопреноїдів у кам'яній солі св. Барнувко-5 та Хартув-2, можна стверджувати, що ОР має міграційне походження з домішкою сингенетичної ОР.

Ізотопні дослідження POP Передкарпаття показують, що вихідною речовиною для утворення бітумів була аквагенна ОР (Inkluzje..., 2008). Значення стабільних ізотопів вуглецю в бітумоїдах усіх взірців, за винятком одного (св. Верхній Струтин-29), знаходяться в одному полі зі значеннями, отриманими для нафт Бориславсько-Покутської зони (Organic..., 2005). Відмінність значень взірця св. Верхній Струтин-29 зумовлена процесами фракціонування та біодеградації бітумів.

Геохімічні особливості флюїдних включень у галіті з розрізів солоносних товщ, розміщених над покладами вуглеводнів. Флюїдні включення в галіті з

розрізів над покладами вуглеводнів характеризуються деякими особливостями, які є типовими тільки для таких розрізів. Тут, у газово-рідких та багатофазових включеннях, часто трапляються кульки (мікроглобулі) бітуму або краплинки нафти і частинки бітуму. Газова складова цих включень має переважно високий (>50 %) вміст метану (Geochemical..., 2008; Inkluzje..., 2008).

Прогноз покладів вуглеводнів за комплексом геохімічних досліджень бітумів кам'яної солі та включень у галіті. Результати дослідження бітумів кам'яної солі з розрізів над покладами вуглеводнів свідчать, що присутня в них РОР має значною мірою міграційне походження та містить домішку сингенетичної ОР. Одночасно дані аналізів вмісту і розподілу *n*-алканів та ізопреноїдів, ізотопного складу вуглецю в бітумах цих відкладів підтверджують уявлення про їхню генетичну єдність з вуглеводнями в покладах і нафтоматеринських породах. Певна специфіка розрізів кам'яної солі над покладами вуглеводнів виявлена і за результатами дослідження включень у галіті, а саме за даними про фазовий склад включень та хімічний склад мікровключених газів.

Отже, для переконливого прогнозу покладів нафти і газу в підсольових відкладах потрібно проводити комплексне геохімічне дослідження як бітумів у кам'яній солі, так і включень у галіті (Литвинюк, 2007).

Висновки. Побудовано нову кількісну модель хімічної еволюції океанічної води у фанерозі, яка відображає уточнений хімічний склад океанічної води на окремих етапах фанерозою. Для її побудови використано найновіший наш і літературний матеріал та проведено переоцінку достовірності раніше опублікованих даних.

Підтверджено та деталізовано залежність мінерального складу пелітової фракції нерозчинного у воді залишку морських евапоритових відкладів фанерозою від стадії згущення розсолів у відповідних евапоритових басейнах та хімічного типу океанічної води, що надходила в басейни.

Встановлено масштаби впливу локальних чинників (стратифікації розсолів за густиною, бактеріальної сульфат-редукції, розчинення і перевідкладення сульфатів, континентального стоку) на формування хімічного складу розсолів солеродних басейнів, урахування яких має важливе значення для реконструкції хімічного складу океанічної води в минулому.

Показано можливість використання результатів дослідження РОР менілітових відкладів Карпатського регіону та бітумів жильних утворень цих відкладів для прогнозування перспективних ділянок для пошуків покладів нафти і газу.

Підтверджено припущення про залежність вікового розподілу комплексу корисних копалин (калійних солей, боратів, целестину, самородної сірки, збагачених органікою відкладів та пов'язаних з ними покладів вуглеводнів; збагачених фосфором відкладів, міді, свинцево-цинкових руд та ін.) у морських осадових відкладах фанерозою від вікових змін хімічного складу океанічної води. Дані про склад вод Світового океану у фанерозі можна використовувати для прогнозу комплексу корисних копалин, пов'язаних з морськими осадовими відкладами.

Виявлено генетичну єдність вуглеводнів у солях і в т. зв. нафтоматеринських породах та покладах нафти в підстилаючих відкладах досліджених

нафтогазоносних регіонів України і Польщі. Груповий склад бітумів, а також молекулярний склад вуглеводнів та ізотопний склад вуглецю бітумів у солях, розміщених над покладами нафти і газу, свідчать про їхній міграційний характер. Флюїдні включення в галіті із цих розрізів соленосних відкладів часто характеризуються наявністю в них кульок бітумів або краплинок нафти та переважно метановим (> 50 %) складом мікровключених газів. Отже, ці показники можна використовувати для прогнозу і пошуків покладів вуглеводнів, розміщених під соляними покришками.

Виноградов А. П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – 555 с.

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.

Галамай А. Р. Фізико-хімічні умови осадження та постседиментаційної перекристалізації баденських солей українського Передкарпаття // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2010. – № 2. – С. 64–77.

Головченко Д. М., Попівняк І. В. Особливості мінерального складу гідротермальних жил у пісковиках з околиць села Квази (Рахівський рудний район, Закарпаття) // Мінерал. зб. – 2009. – № 59. – Вип. 2. – С. 143–148.

Ізотопи кисню та сірки верхньофранських ангідритів Дніпровсько-Донецької западини / Т. М. Перит, С. Халас, С. П. Гринів, О. Й. Петриченко // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2006. – № 2. – С. 53–62.

Китык В. И., Галабуда Н. И. Палеогеография периодов девонского соленакопления в Днепровско-Донецкой впадине // Строение и условия образования соленосных формаций. – Новосибирск : Наука, 1981. – С. 74–82.

Ковалевич В. М. К проблеме эволюции состава океанической воды в фанерозое // Геохимия. – 1987. – № 11. – С. 1527–1536.

Ковалевич В. М. Галогенез и химическая эволюция океана в фанерозое. – Киев : Наук. думка, 1990. – 154 с.

Ковалевич В. М., Вовнюк С. В. Вековые вариации химического состава рассолов морских эвапоритовых бассейнов и вод Мирового океана // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2010. – № 4. – С. 45–61.

Литвинюк С. Ф. Геохімічні ореоли у солях над покладами вуглеводнів (за результатами досліджень включень у галіті) // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2007. – № 4. – С. 95–111.

Особливості асоціації глинистих мінералів соленосних формацій Дніпровсько-Донецької западини / С. Шехунова, Я. Яремчук, О. Шевченко, В. Кочубей // Мінерал. зб. – 2010. – № 60. – Вип. 1. – С. 92–112.

Петриченко О. Й., Ковалевич В. М., Перит Т. М. Вплив хімічного складу і мінералізації морських вод на інтенсивність нагромадження бітумінозних та фосфатоносних осадків в епіконтинентальних басейнах фанерозою // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2001. – № 2. – С. 75–89.

Петриченко О. Й., Перит Т. М., Ковалевич В. М. Хімія морських вод і бітумінозні відклади фанерозою : питання генетичного зв'язку // Теоретичні та прикладні проблеми нафтогазової геології. – К. : Наук. думка, 2000. – Т. 2. – С. 202–206.

Ронов А. Б. Осадочная оболочка Земли. – М. : Наука, 1980. – 80 с.

Ронов А. Б. Глобальный баланс углерода в неогене // Геохимия. – 1982. – № 7. – С. 920–932.

Фишер А. Два суперцикла фанерозоя // Катастрофы и история Земли. – М., 1986. – С. 133–155.

- Франк-Каменецкий В. А., Котов Н. В., Гойло Э. Л.* Трансформационные преобразования слоистых силикатов. – Л. : Недра, 1983. – 152 с.
- Хоменко В. А.* Девон Днепровско-Донецкой впадины. – Киев : Наук. думка, 1986. – 114 с.
- 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.
- Яремчук Я. В.* Глинисті мінерали евапоритів фанерозою та їхня залежність від стадії згущення розсолів і хімічного типу океанічної води // Сучасні проблеми літології осадових басейнів України та суміжних територій : зб. наук. пр. ІГН НАН України. – К., 2010₁. – С. 107–115.
- Яремчук Я. В.* Глинисті мінерали евапоритів фанерозою як індикатори вікових змін хімічного складу океанічної води : автореф. дис. ... канд. геол. наук. – Львів, 2010₂. – 24 с.
- 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.
- Яремчук Я. В., Гринів С. П.* Мінеральний склад глин кам'яної солі міоценових евапоритів Карпатського регіону України // Сучасні проблеми літології і мінерагенії осадових басейнів України та суміжних територій : зб. наук. пр. ІГН України. – К., 2008. – С. 209–215.
- Berner R. A., Canfield D. E.* A new model for atmospheric oxygen over Phanerozoic time // *Am. J. Sci.* – 1989. – Vol. 289. – P. 333–361.
- Bois C., Bouche P., Pelet R.* Global geologic history and distribution of hydrocarbon reserves // *Bull. Amer. Assoc. Geol.* – 1982. – Vol. 66 (9). – P. 1248–1270.
- Brennan S. T., Lowenstein T. K.* The major-ion composition of Silurian seawater composition // *Geochim. Cosmochim. Acta.* – 2002. – Vol. 6. – P. 2683–2700.
- Chemical composition of seawater in Neoproterozoic: Results of fluid inclusion study of halite from Salt Range (Pakistan) and Amadeus Basin (Australia)* / V. M. Kovalevych, T. M. Marshall, T. Peryt et al. // *Precambrian Research.* – 2006. – Vol. 144. – P. 39–51.
- Deposition and chemical composition of Early Cambrian salt in the eastern Officer Basin, South Australia* / V. M. Kovalevych, W. L. Zang, T. M. Peryt et al. // *Australian Journ. of Earth Sciences.* – 2006. – Vol. 53. – P. 577–593.
- Geochemical aureoles around oil and gas accumulations in the Zechstein (Upper Permian) of Poland : analysis of fluid inclusions in halite and bitumens in rock salt* / V. M. Kovalevych, T. M. Peryt, S. Shanina et al. // *Journ. of Petroleum Geology.* – 2008. – Vol. 31. – N 3. – P. 245–262.
- Geochemistry of Early Triassic seawater as indicated by study of the Roet halite in the Netherlands, Germany and Poland* / V. Kovalevych, T. Peryt, W. Beer et al. // *Chemical Geology.* – 2002. – Vol. 182. – P. 549–563.
- Hardie L. A.* Secular variation in seawater chemistry: An explanation for the coupled secular variation in the mineralogies of marine limestones and potash evaporites over the past 600 m. y. // *Geology.* – 1996. – Vol. 24. – P. 279–283.
- Holser W. T., Kaplan I. R.* Isotope geochemistry of sedimentary sulfates // *Chem. Geol.* – 1966. – Vol. 1. – P. 93–135.
- 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. 3733–3756.
- Hryniv S., Parafiniuk J., Peryt T. M.* Sulphur isotopic composition of K–Mg sulphates of the Miocene evaporites of the Carpatian Foredeep, Ukraine // *Evaporites Trough Space and Time* / eds: B. C. Schreiber, S. Lugli and M. Babel. – *Geol. Soc. London, Spec. Publ.* – 2007. – Vol. 285. – P. 211–218.

Inkluzje fluidalne w halicie oraz bituminy w solach ewaporatów mioceńskich ukraińskiego Przedkarpacia jako wskaźnik występowania nagromadzeń węglowodorów w niższej leżących utworach / D. Więclaw, S. F. Lytvyniuk, V. M. Kovalevych, T. M. Peryt // Przegl. Geol. – 2008. – T. 56. – N 9. – S. 837–841.

Kotarba M. J., Więclaw D., Kowalski A. Skład, geneza i środowisko generowania ropy naftowej w utworach dolomitu głównego zachodniej części obszaru przedsudeckiego // Ibid. – 2000. – T. 48. – N 9. – S. 435–442.

Kovalevich V. M., Peryt T. M., Petrichenko O. I. Secular variation in seawater chemistry during the Phanerozoic as indicated by brine inclusions in halite // Journ. of Geology. – 1998. – Vol. 106. – P. 695–712.

Kovalevych V., Paul J., Peryt T. M. Fluid inclusions in halite from the Roet (Lower Triassic) salt deposit in Central Germany: evidence for seawater chemistry and conditions of salt deposition and recrystallization // Carbonates and Evaporates. – 2009. – Vol. 24/1. – P. 45–57.

Organic geochemical study and genetic correlations between source rocks and hydrocarbons from surface seeps and deep accumulations in the Starunia area, fore-Carpathian region, Ukraine / M. J. Kotarba, D. Więclaw, Y. V. Koltun et al. // Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia – the area of discoveries of woolly rhinoceroses / Edited by M. J. Kotarba. – Kraków ; Warszawa : Polish Geological Institute and Society of Research on Environmental Changes “Geosphere”, 2005. – P. 125–145.

Oscillations in Phanerozoic seawater chemistry: Evidence from fluid inclusions / T. K. Lowenstein, M. N. Timofeeff, S. T. Brennan et al. // Science. – 2001. – Vol. 294. – P. 1086–1088.

Peryt T. M., Hryniv S. P., Anczkiewicz R. Strontium isotopic composition of Badenian (Middle Miocene) Ca-sulphate deposits in West Ukraine : a preliminary study // Geol. Quart. – 2010. – Vol. 54. – N 4. – P. 465–476.

Petrichenko O. I., Schaidetskaya V. S. Chlorek wapnia w solankach górnodońskich basenów ewaporatowych ryftogenu prypecko-dnieprowsko-donieckiego w swietle badań inkluzji w halicie // Przegl. Geol. – 1998. – T. 46. – N 7. – S. 689–699.

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.

The age curves of sulfur and oxygen isotopes in marine sulfate and their mutual interpretation / G. E. Claypool, W. T. Holser, I. R. Kaplan et al. // Chem. Geol. – 1980. – Vol. 28. – P. 199–260.

The major-ion composition of Permian seawater / T. K. Lowenstein, M. N. Timofeeff, V. M. Kovalevych, J. Horita // Geochim. Cosmochim. Acta. – 2005. – Vol. 69 (7). – P. 1701–1719.

Zimmermann H. Tertiary seawater chemistry – Implications from fluid inclusions in primary marine halite // Am. J. Sci. – 2000. – Vol. 300. – P. 723–767.

Стаття надійшла
24.05.11

**Volodymyr KOVALEVYCH, Ihor DUDOK, Andriy POBEREZHSKYI,
Serhiy VOVNYUK, Anatoliy GALAMAY, Sophiya HRYNIV,
Stanislav LYTVYNIUK, Daria SYDOR, Iaroslava IAREMCHUK**

**CHEMICAL AND PALEOCEANOGRAPHICAL INDICATORS
FOR PREDICTION OF HYDROCARBONS
AND OTHER MINERAL DEPOSITS OF CONTINENTAL MARGINS
(BASED ON MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL STUDY
OF PHANEROZOIC SULPHATE-CARBONATE AND SALT-BEARING ROCKS
OF CENTRAL AND EASTERN EUROPE)**

The aim of the work is substantiation of chemical and paleoceanographical indicators for predicting of hydrocarbon deposits in marine sedimentary rocks. To solve the problem we have built new quantitative model of secular changes in composition of Phanerozoic seawater. This model reflects more precise chemical composition of seawater during Phanerozoic. To build it we have used our newest results and also the reappraisal of validity of older published results was done.

To gain the general aim of the study we have solved the number of second-order problems, such as working out in detail of the secular variations of mineral and chemical composition of clay minerals of marine evaporites, complex mineral and geochemical studies of sulphate, carbonate, evaporite and terrigenous deposits of individual oil and gas-bearing regions, the evaluation of physical and chemical peculiarities of formation of hydrocarbon deposits and host rocks in these regions, the grounding of possibilities of prediction of hydrocarbon deposits in salt underlying strata based on complex fluid inclusion study in halite and study of bitumens in oil- and gas-bearing regions of Poland and Ukraine.

It has been confirmed that the mineral composition of the pelitic fraction of water insoluble residue of evaporates depends upon both degree of basin brines concentration and chemical type of seawater. The peculiarities of such dependence have been worked out in details.

The results of S, O, C and Sr isotopic composition study have made it possible to estimate local factors influence on chemistry of basin brines. The range of local factors (such as density stratification, bacterial sulphate-reduction, dissolution and re-precipitation of sulphate minerals) impact on chemical composition of evaporate basin brines is of great importance for ancient seawater chemistry reconstruction.

Deposition of complex of useful minerals (potassium salts, organic-enriched rocks with related hydrocarbon deposits, phosphorus-enriched rocks and also some other rocks) in Phanerozoic marine sedimentary deposits depends upon seawater chemistry changes. Thus, data on ancient seawater chemistry could be used for prediction of a number of useful minerals.

It has been shown that the results of study of organic matter in Menilite black shales of the Carpathian region and bitumen of vein formations of these rocks could be used for prognosis of areas perspective for oil and gas presence. The study of bitumen in vein formations and their comparison to with dispersed organic matter in host rocks gave us important data on time and ways of hydrocarbon migration.

In studied regions, the genetic relation between salt hosted hydrocarbons with hydrocarbons in so called oil-forming rocks and in oil deposits located in underlying rocks has been established. Bitumen group composition and molecular and isotopic composition of carbon of salt-hosted bitumen are evidence of its migratory origin. Fluid inclusions in halite from these deposits are often characterized by presence of bitumen globules or oil droplets and by methane (> 50 %) composition of gases. Thus, these characteristics could be used for prognosis of hydrocarbon deposits located under salt layers.