

УДК 551.763:552.14 + 551.35

РАНЬОКРЕЙДОВИЙ БЕЗКИСНЕВИЙ СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ У МЕЖАХ КАРПАТСЬКОГО СЕГМЕНТА МЕЗОТЕТИСУ

Н. Радковець

*Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,
вул. Наукова, 3а, 79060 м. Львів, Україна
E-mail: radkov_n@ukr.net*

Глобальна барем-альбська безкиснева подія в Світовому океані спричинила нагромадження збагачених розсіяною речовиною відкладів цього віку в межах Карпатського сегмента океану Тетис. Потужний шар кисневого мінімуму контролював формування широкого спектра фацій – від мілководних шельфових відкладів до глибоководних дистальних частин підводних конусів винесення. Геохімічні й петрографічні дослідження порід дали змогу визначити, що органічна речовина барем-аптських порід автохтона Карпат має, головню, наземне походження, тоді як флішові відклади спаської й шипотської світ містять органічну речовину наземного та морського походження. Палеоокеанографічна реконструкція засвідчує, що основна частина барем-аптського розрізу поширена під насувом Карпат аж до давньої брівки шельфу; вірогідне збільшення в цьому напрямі потужності відкладів, вмісту органічної речовини, її генераційного потенціалу й термальної зрілості. На цій підставі зроблено висновок про ймовірне існування там низки нафтових і газових покладів та, відповідно, перспективність їхніх подальших розшуків у межах автохтона Карпат.

Ключові слова: седиментогенез, геохімія, океанічна безкиснева подія, чорносланцева товща, автохтон, фліш, нафтогазові поклади, верхня крейда, Мезотетис, Карпати.

Протягом останніх десятиліть важливого значення у визначенні подальших напрямів розшуково-розвідувальних робіт на нафту й газ набули седиментологічні аспекти вивчення нафтогазоносних провінцій. Такі дослідження використовують під час вивчення не тільки нових територій, перспективних на нафту і газ, а й зрілих нафтогазоносних басейнів (де тривалий час провадять інтенсивні розвідувальні й видобувні роботи), зокрема, найдавнішої нафтогазоносної провінції світу – Карпатської. Розроблена [1, 3, 6] концепція седиментогенезу в межах давньої Карпато-Подоло-Чорноморської континентальної окраїни океану Тетис дає змогу застосувати до вивчення процесів осадонагромадження в регіоні нові підходи. Умови седиментації, зокрема чинники, які сприяють ефективній фосилізації органічної речовини (ОР) у морських осадах, відіграють ключову роль в утворенні чорносланцевих товщ – основоположного елемента у формуванні нафтогазових систем. Тому важливого значення набуває палеоокеанографічне вивчення нафтогазоносних товщ в аспекті давніх безкисневих подій, що дає змогу на підставі дослідження умов седиментації відкладів робити висновки

про масштаби розвитку в просторі й часі в межах певного седиментаційного басейну потенційно нафтогазогенерувальних товщ.

Наша мета – вивчити палеоокеанографічні умови седиментації в межах Карпатського сегмента Тетису під час однієї з найбільших глобальних безкисневих подій, яка відбувалась у Світовому океані в барем-альбський час.

Формування чорносланцевих товщ за умов глобальних безкисневих подій. Головними чинниками збагачення осадів розсіяною органічною речовиною (POR) за умов морського басейну [10, 13] є інтенсивне надходження в осади ОР та її ефективне захоронення в товщі осадів. Якщо внаслідок постачання на дно великої кількості ОР споживання кисню переважає над його надходженням, то виникають безкисневі умови, сприятливі для збагачення осадів органікою. Саме такі умови в глобальному масштабі були в Світовому океані під час безкисневих подій.

Термін *океанічні безкисневі події* з'явився в літературі на підставі аналізу даних глибоководного буріння в Світовому океані (Deep Sea Drilling Project) за допомогою платформи глибоководного буріння “Гломар Челленджер”, завдяки чому визначили глобальне поширення одновікових крейдових відкладів, збагачених POR [13]. Зокрема, виявили значне поширення осадових товщ, збагачених POR, барем-альбського віку. Результати цих досліджень стали підґрунтям для створення С. Шлангером та Х. Дженкінсом концепції про існування в Світовому океані у певні геологічні епохи крейдового періоду великих зон кисневого мінімуму (Oxygen minimum zones (OMZ)). Утворені в цей час відклади, збагачені POR, за визначенням цих авторів, стали наслідком так званих океанічних безкисневих подій (oceanic anoxic events (OAE)) [13]. Зазначимо, що раніше причини утворення відкладів, збагачених POR, пояснювали, головню, локальними топографічними особливостями та замкнутою геометрією басейну. У концепції океанічних безкисневих подій запропоновано більш універсальне пояснення цього явища.

Барем-альбська глобальна безкиснева подія є однією з найпотужніших в історії Світового океану. Одним із головних глобальних чинників, які в комплексі спричинили феномен глобальних безкисневих подій у баремі-альбі, є значне підвищення рівня Світового океану [3]. Існуванню глобальних безкисневих подій сприяли кліматичні особливості зазначеного часу. Неконтрастність клімату (незначна різниця значень температури між полюсами й екватором), танення льодових шапок на полюсах, глобальна трансгресія – усі ці чинники зумовили відсутність глибоководної циркуляції в Світовому океані та, як наслідок, формування потужного шару кисневого мінімуму. Отже, у глибоких шарах океанічних вод були умови стагнації незалежно від топографії й геометрії морського дна. За [13], шар кисневого мінімуму в барем-альбський час був поширений у більшій частині Світового океану й охоплював глибинний діапазон від 300 м до 2–3 км.

Барем-альбські чорносланцеві відклади виявили в багатьох частинах Світового океану [13]: у західній та східній частинах Центральної Атлантики [9], у західній частині південної Атлантики, у Карибському басейні, Північній Атлантиці, Індійському океані, у північній, центральній та південній частинах Тихого океану. Відшукали їх і на континентах у відкладах давніх континентальних

окраїн, зокрема, в Альпійсько-Середземноморському регіоні. Усі ці відклади збагачені РОР як наземного, так і морського походження.

Геологічна та літолого-геохімічна характеристика нижньокрейдових чорносланцевих відкладів автохтона і флішу Карпат. Барем-альбські відклади *Східноєвропейської платформи* в межах форленду Карпат представлені тонкошаруватими чорними аргілітами, вміст C_{org} у яких досягає 1,6 %. Їх розкрито свердловинами на площах Святославська і Черногузи (потужність становить 0,5–3,5 м) та в Буковинських Карпатах на площі Лопушна (до 6–7 м). Вірогідно, ці відклади поширені на значно більшій території автохтона Карпат; припускають збільшення їхньої потужності в південно-західному напрямі під насувом Карпат, де наявні свердловини їх не досягнули. На рис. 1 показано карту поширення чорних аргілітів K_1 , що їх досягнуто бурінням у межах автохтона Карпат, на рис. 2 – літологічні профілі основних свердловин, якими пробурено чорносланцеві відклади барему–альбу, та кореляцію між ними в межах різних тектонічних блоків автохтона Карпат.

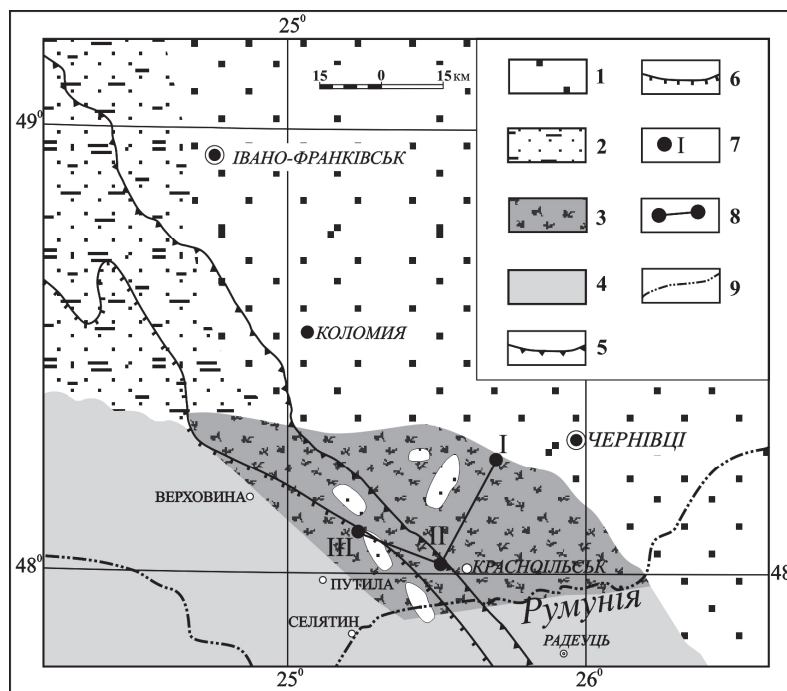


Рис. 1. Поширення барем-аптських чорних аргілітів в автохтоні Східних Карпат.

Відклади: 1 – докрейдові (PZ, J); 2, 3 – нижньокрейдові: 2 – глинисто-теригенні (K_{1vl-hl}), 3 – чорні аргіліти (K_{1br-ap}); 4 – територія ймовірного поширення чорних аргілітів; 5 – лінія Стебницького насуву; 6 – лінія Берегового насуву; 7 – свердловини; 8 – лінія літологічного профілю; 9 – державний кордон України.

Петрографічні й рентгенометричні дослідження за нашою участю [4] засвідчили, що глиниста складова порід представлена хлорит-каолінит-гідрослюдистою мінеральною асоціацією.

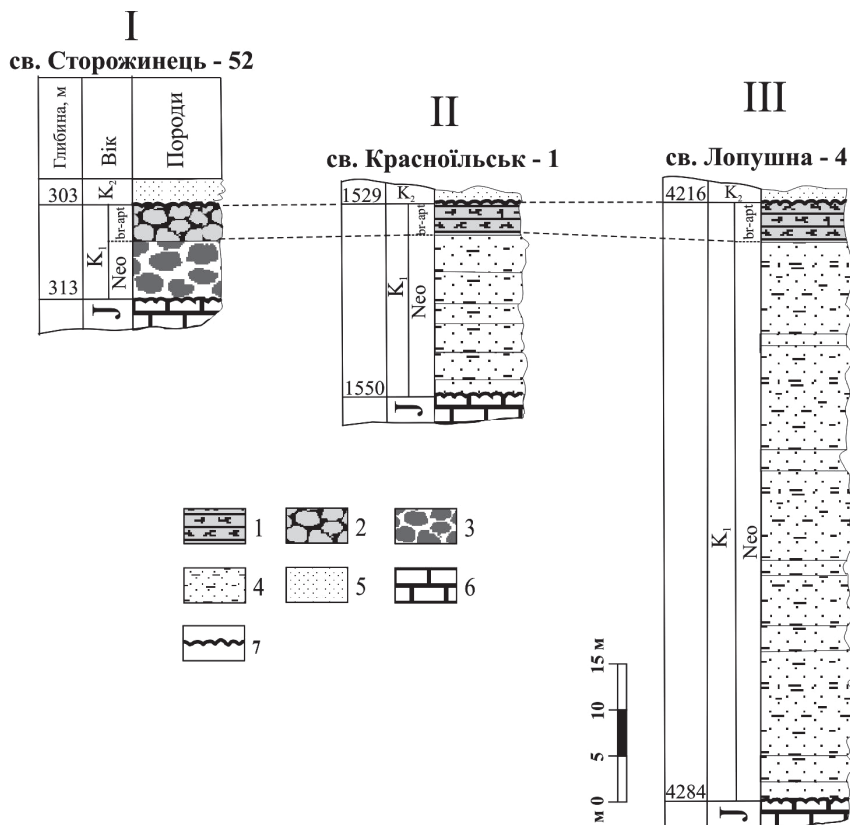


Рис. 2. Літологічна кореляція крейдових відкладів автохтона Східних Карпат за свердловинами, які розкрили нижньокрейдіві вуглецевмісні аргіліти:

1 – аргіліти, збагачені ОР; 2 – гравеліти, збагачені ОР; 3 – гравеліти; 4 – глинисто-теригенна товща; 5 – відклади верхньої крейди; 6 – відклади юри; 7 – перерва в осадонагромадженні.

Розсіяна органічна речовина представлена таким комплексом мікрокомпонентів наземного генезису: гумусові (фузенізовані фрагменти рослинних тканин з різним ступенем збереженості первинної клітинної структури) – до 95 % (рис. 3); ліпоїди (мікрокомпоненти, що утворилися внаслідок нагромадження найстійкіших біохімічних речовин вищих рослин – смоли, воску тощо) – 5–7 %; мікрокомпоненти планктоногенного походження (рештки водоростей – альгіно-таломіт) – від поодиноких фрагментів до 1 %. Підвищена кількість C_{org} (понад 1 %) у чорних аргілітах зумовлена акумуляцією алохтонних і автохтонних фіто-решток.

Про те, що органічна речовина барем-аптських порід має, головню, наземне походження, свідчать і результати піролізу методом Rock-Eval. З діаграми температура піролізу– водневий індекс (рис. 4, а) для порід, відібраних зі св. Свято-славська-1 до глибини 1,5 км, випливає, що породи містять кероген типу III, ступінь термального перетворення якого близький до верхньої межі зони утворення нафти.

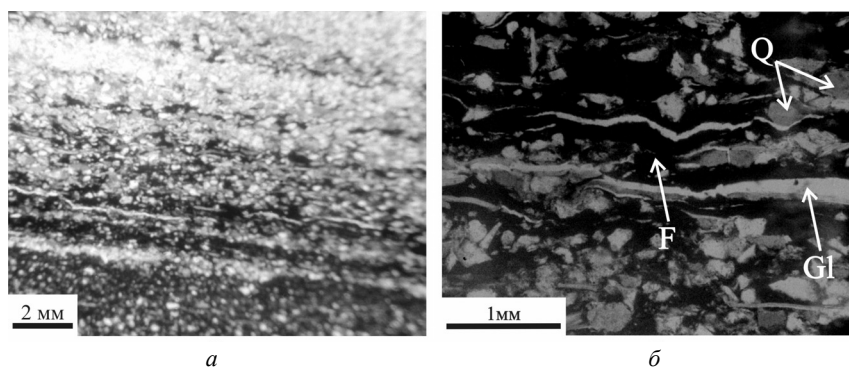


Рис. 3. Мікрофотографії нижньокрейдових відкладів автохтона Східних Карпат.
Барем–апт, св. Святославська-3, гл. 1 612–1 617 м:

a – алевроитистий аргіліт з рослинним детритом; *б* – фюзенізовані фрагменти рослинних тканин: F – фюзеніто-тельніт (чорний), Q – кварц, Gl – глиниста речовина. Прозорий шліф, без аналізатора.

Результати літолого-геохімічних досліджень дають підстави для висновку, що седиментація барем-альбських чорносланцевих відкладів автохтона Карпат відбувалась за умов дефіциту кисню в придонних водах і осаді, а це забезпечувало ефективну фосилізацію в осадах ОР, значна частина якої надходила з прилеглого суходолу Східноєвропейської платформи. Нафтогенераційний потенціал барем-альбських відкладів, розкритих наявними свердловинами, незначний через термальну незрілість порід у межах досліджених нами глибин. Однак ми припускаємо значне поширення цих відкладів під насувом Карпат, про що свідчать наведені нижче палеоокеанографічні побудови. Досліджуваними відкладами може бути складена масштабна потенційно генерувальна товща, доказом чого є дані стосовно потужності й умісту ОР, які, імовірно, збільшувались у бік брівки шельфу, та стосовно ступеня термального перетворення завдяки зануренню під насувом Карпат.

У підшві розрізу *флішу Скибової зони* залягають нижньокрейдові відклади спаської й шипотської світ. Вони відповідають часовому діапазону пізній барем–альб [7] і є, на нашу думку, фаціальними аналогами. Відклади спаської світ поширені в межах Скибової зони, а шипотської – у Кросненській, Черногірській та Дуклянській зонах. Суттєво чорносланцеві товщі, якими складена нижня підсвіта, досягають потужності 150–250 м.

Об'єми порід, збагачених РОР, у межах цих світ дають підстави трактувати їх як важливі потенційно нафтогазогенерувальні товщі, що підтверджено геохімічними дослідженнями. Вміст C_{org} у чорних аргілітах становить, зазвичай, 2–4 %, в окремих взірцях – до 8 %. Вивчення їх методом Rock-Eval [11] засвідчило, що ці породи містять кероген генетичних типів II і III (суміш керогену морського походження та залишків вищої наземної рослинності) з середнім до високого нафтогенерувальним потенціалом (див. рис. 4, б).

За літолого-геохімічними характеристиками породи шипотської й спаської світ – це типові чорносланцеві відклади, сформовані за умов дефіциту кисню в седиментаційному басейні.

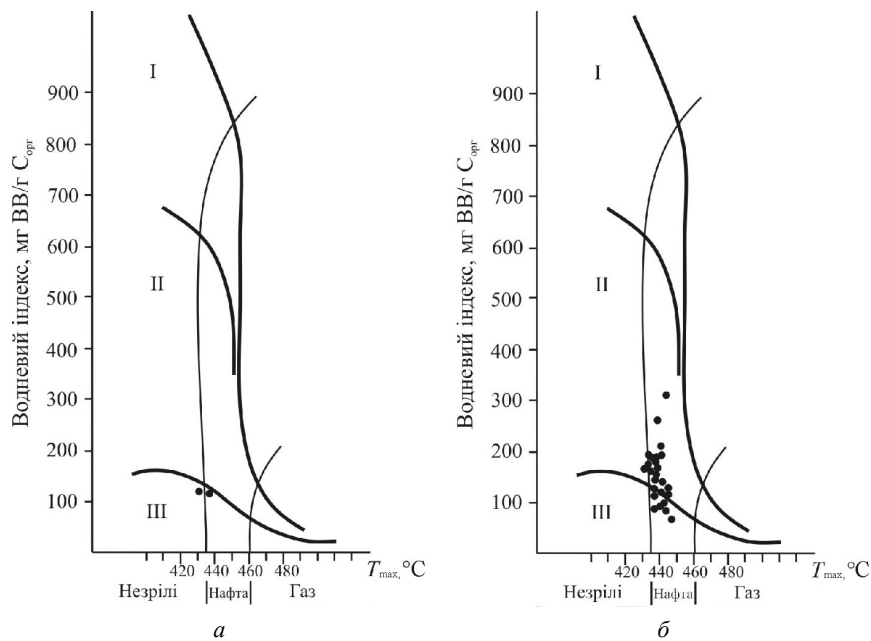


Рис. 4. Діаграма температура піролізу–водневий індекс для порід нижньої крейди автохтона Карпат, відібраних до глибини 1,5 км (а), і спаської та шипотської світ флішу Карпат, відібраних з природних відслонень (б).

Барем-альбська безкиснева подія в межах Карпатської континентальної окраїни Тетису. Східнокарпатський басейн у ранній крейді був розташований на північно-західній окраїні Центрального Тетису в північних широтах 33–36° (рис. 5). Середньодобова температура поверхневих вод сягала 28 °С. На суходолі переважала субтропічна рослинність [2, 5]. Ранньокрейдний шельфовий Східнокарпатський басейн формувався у валанжині після беріаської регресії. Чергова трансгресія глобального характеру зумовила розширення Східнокарпатського басейну внаслідок затоплення значної частини Європейського континенту. Сформувався епіконтинентальний – палеошельфовий басейн (рис. 6), який у багатьох рисах успадкував тектонічний план пізньоюрського басейну. Водночас, починаючи з барему, у підніжжі континентального схилу карпатського сегмента океану Тетис уже був сформований Карпатський флішовий басейн.

Ефективне збагачення осадів органічною речовиною відбувалося з глибини близько 300 м, оскільки саме на цій глибині у крейдний час була верхня межа кисневого мінімуму [13]. Під час потужної крейдової трансгресії глибини в районі брівки шельфу суттєво перевищували сучасні, тому зона кисневого мінімуму, вочевидь, охоплювала значну частину зовнішнього шельфу. Це дає підстави передбачати наявність у межах великої частини зовнішнього палеошельфу карпатської частини континентальної окраїни Тетису (нині розташована під насувом Карпат) осадових товщ барем-альбського віку, які збагачені ОР морського й континентального походження. Тому там можливі потенційно нафтогенувальні товщі.

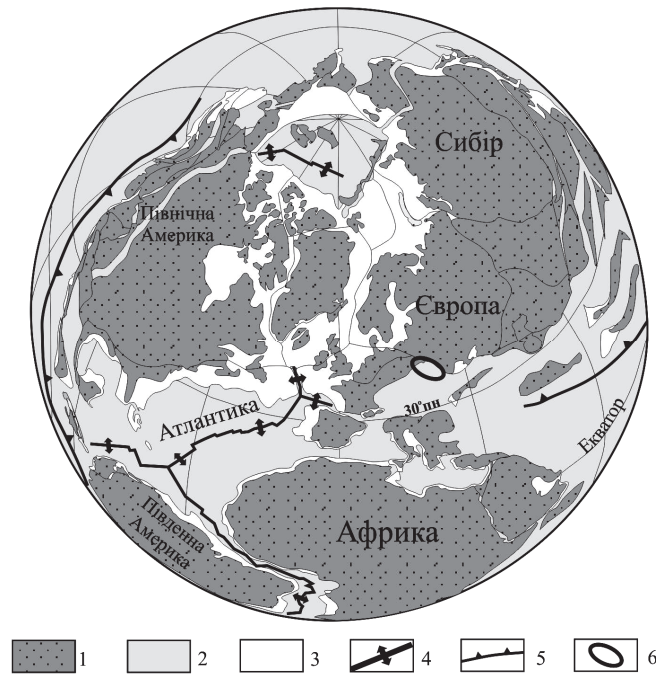


Рис. 5. Схема реконструкції континентів і океанів у крейдовий час, за [14]:

1 – континенти; 2, 3 – океанічний басейн: 2 – глибоководна частина, 3 – шельф; 4 – зони спредингу; 5 – зона субдукції; 6 – положення Східнокарпатської континентальної окраїни.

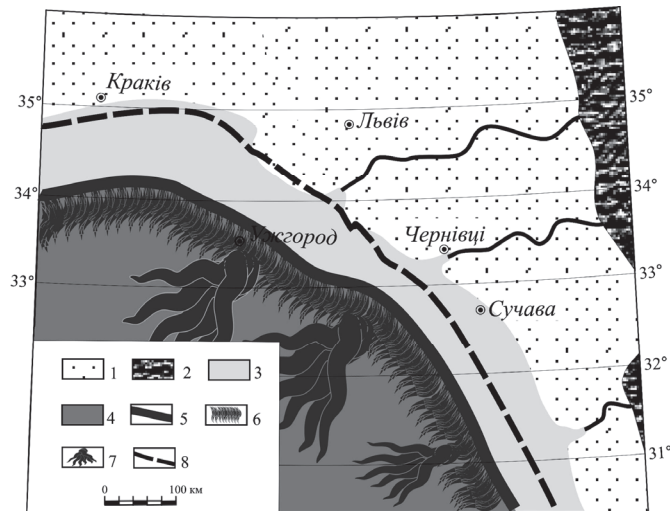


Рис. 6. Палеоокеанографічна модель Східнокарпатського сегмента океану Тетис (неоком). Складено за матеріалами [8]:

1 – суходіл; 2 – ділянка знесення теригенного матеріалу; 3 – шельф; 4 – континентальне підніжжя; 5 – брівка шельфу; 6 – континентальний схил; 7 – фени; 8 – Береговий насув.

Модель формування барем-альбських чорносланцевих товщ. На нашу думку, саме в межах Карпатської континентальної окраїни Тетису можна простежити певні закономірності впливу шару кисневого мінімуму на седиментогенез, які не вдалося вивчити в інших регіонах світу. У досліджуваному регіоні наявний увесь спектр фацій – від мілководних шельфових відкладів до глибоководних дистальних частин підводних конусів винесення, що дає змогу дослідити особливості й закономірності просторово-часового поширення шару кисневого мінімуму та пов'язаних з ним процесів безкисневого седиментогенезу в різних частинах давньої континентальної окраїни.

Завдяки порівнянню двох одновікових товщ, седиментація яких відбувалася в зовсім різних частинах одного й того ж седиментаційного басейну, можна оцінити вплив різних седиментологічних чинників на формування осадових товщ, збагачених РОР. Платформні відклади автохтона Карпат нагромаджувались у межах шельфу, тоді як флішові відклади шипотської й спаської світ формувалися внаслідок дії гравітаційних потоків, які “скидали” теригенний матеріал до підніжжя континентального схилу. Отже, природа досліджуваних осадових товщ суттєво різна. Різними також є тектонічні й батиметричні умови осадонагромадження. Якщо шельфові осади відкладались на глибині, яка не перевищувала перші сотні метрів, то батиметричні умови континентального підніжжя передбачають глибину перші тисячі метрів. Флішові відклади за потужністю багаторазово перевищують одновікові платформні. Суттєвими є й літологічні відмінності між флішовими ритмами з градаційною шаруватістю шипотської й спаської світ та нормальними шельфовими осадами платформи.

Однак дві важливі спільні риси – вікова кореляція та збагачення РОР – свідчать про важливість виконаного порівняння для розуміння умов седиментації в межах Карпатської континентальної окраїни Тетису.

Палеоокеанографічна ситуація в Карпатському сегменті континентальної окраїни Мезотетису в баремі–альбі значно нагадувала ситуацію в прото-Атлантиці. У межах розширеного внаслідок трансгресії шельфу нагромаджувалися морські платформні відклади, а на щойно сформованому континентальному підніжжі відбувалася седиментація осадів спаської й шипотської світ. Завдяки наявності потужного шару кисневого мінімуму були умови для ефективного захоронення ОР в осадах на глибинах широкого діапазону. Наземна ОР потрапляла в морські осади внаслідок затоплення значних районів суходолу під час апт-альбської трансгресії. Морська ОР (планктонного походження) потрапляла в осади, проходячи через шар кисневого мінімуму під високопродуктивними поверхневими водами.

На рис. 7 показано модель карпатського сегмента континентальної окраїни Тетису в баремі–альбі. Потужний шар кисневого мінімуму, який у цей час був поширений у всьому Світовому океані, у карпатській частині Мезотетису, вочевидь, охоплював практично весь спектр глибин, і відклади цього віку – платформні (автохтон) та всіх сучасних структурно-фаціальних зон Карпат – формувалися під його впливом. Вірогідно, саме цим зумовлене поширення чорносланцевих товщ барем-альбського віку в масштабах усього Карпатського басейну як уздовж, так і впоперек простягання Карпат. У межах глибоководних конусів винесення безкисневий седиментогенез відбувався і в більш периферійних час-

тинах басейну (спаська світа), і в його внутрішній частині (шипотська світа). Шельфові відклади, які були в межах того ж потужного шару кисневого мінімуму, були поширені в межах значної частини зовнішнього та всього внутрішнього шельфу, досягаючи брівки шельфу. Цей факт важливий з погляду оцінки масштабів можливого поширення чорносланцевих відкладів барем-аптського віку під сучасним насувом Карпат.

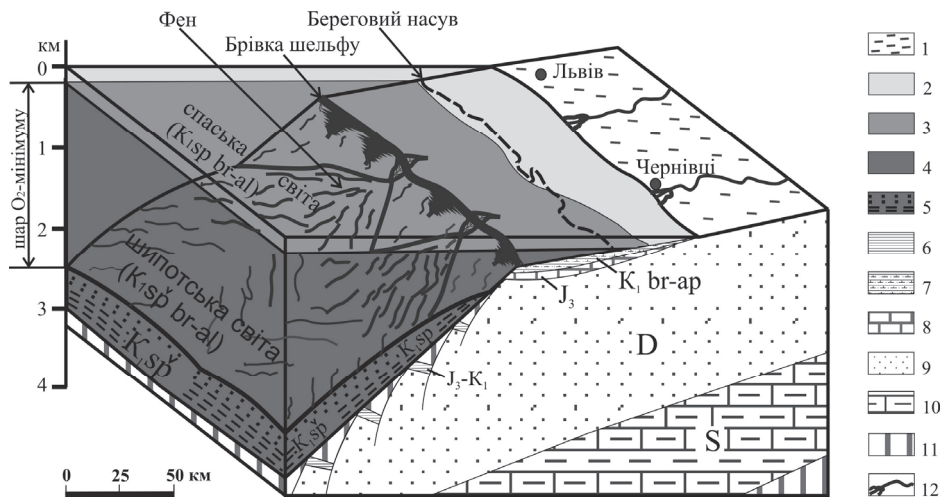


Рис. 7. Модель безкисневої седиментації в межах Карпатського сегмента континентальної окраїни Тетису в барем-альбі:

1 – суходіл; 2 – внутрішній шельф (зона фотосинтезу); 3 – зовнішній шельф (шар кисневого мінімуму); 4 – континентальне підніжжя; 5 – відклади J_3-K_1 рифтового етапу розвитку Карпатської континентальної окраїни; 6 – теригенно-глинисті осади спаської та шипотської світи; 7–11 – відклади: 7 – K_1 (барем-апт), 8 – J_3 , 9 – D, 10 – S, 11 – C; 12 – ріка.

Запропонована модель дає підстави зробити певні припущення щодо перспектив нафтогазоносності досліджуваних відкладів. Зазначимо, що високий генераційний потенціал порід шипотської та спаської світи і можливість їхньої участі в формуванні нафтогазових покладів у межах Карпатського флішового поясу вже обґрунтовано [11]. А потенціал більшої частини барем-альбських відкладів автохтона Карпат (занурені під насувом флішового поясу) досі невідомий, і палеоокеанографічні реконструкції є наразі єдиним методом його передбачення. Лопушнянське нафтове родовище свідчить про можливість подальшого розкриття в межах відповідної геологічної структури серії нових покладів вуглеводнів, а наявність цілої низки антиклінальних структур це підтверджує. У мезозойській товщі автохтона Карпат тільки барем-аптські відклади збагачені POP. Проте, як засвідчують наведені вище результати геохімічних досліджень, у межах розкритої бурінням території ці породи навряд чи можна трактувати як потенційно нафтогенерувальні з огляду на невисокий вміст у них органічного вуглецю, керогену типу III, термальну незрілість порід і незначну потужність. Однак палеоокеанографічні реконструкції дали змогу виявити, що основна частина барем-аптського розрізу поширена під насувом Карпат аж до давньої брівки шельфу. У цьому напрямі вірогідні, по-перше, збільшення потужності цих від-

кладів (порівняно з дослідженою мілководною частиною палеошельфу) та вмісту ОР в породах завдяки глибшому їх заляганням в шарі кисневого мінімуму, по-друге, – більша частка морської ОР завдяки віддаленості від берега, що різко підвищує нафтогенераційний потенціал керогену, по-третє, – збільшення термальної зрілості порід з досягненням нафтового і навіть газового вікна завдяки зануренню під насувом Карпат. Згідно з нашими даними [12], основною генерувальною товщею для Лопушнянського нафтового родовища були відклади менілітової світи флішу Карпат. Однак можна припустити, що зазначені вище платформні барем-аптські відклади могли бути додатковим джерелом вуглеводнів для цього родовища, а ймовірне значне поширення цих порід під насувом Карпат є ознакою наявності там низки нафтових і газових покладів.

Отже, виконані дослідження дали змогу зробити такі висновки.

Збагачення органічною речовиною нижньокрейдових відкладів Карпатського сегмента океану Тетис – це наслідок глобальної безкисневої події в Світовому океані.

Поширення одновікових чорносланцевих відкладів як у межах автохтона, так і в товщі карпатського флішу свідчить, що зона кисневого мінімуму у водній колонії седиментаційного басейну охоплювала значний діапазон глибин від палеошельфу до дистальних турбідитів карпатського флішу.

У мезозойському розрізі автохтона Карпат барем-аптські відклади – це єдина товща, збагачена ОР. Виконані побудови доводять, що ця товща поширена під насувом Карпат у межах усього палеошельфу. Поряд з основною генерувальною товщею менілітової світи карпатського флішу вона могла бути додатковим джерелом вуглеводнів у регіоні.

Можливість існування такого значного обсягу потенційно генерувальних порід, що досягли необхідного ступеня термальної зрілості, під насувом Карпат дає підстави припускати значні перспективи нафтогазоносності автохтона, яку нині розкрито тільки на Лопушнянському нафтовому родовищі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Безкисневі події океану Тетис / Ю. М. Сеньковський, Ю. В. Колтун, К. Г. Григорчук [та ін.]. – К. : Наук. думка, 2012. – 184 с.
2. Вахрамеев В. А. Юрские и меловые флоры и климаты Земли / В. А. Вахрамеев. – М. : Наука, 1988. – 214 с.
3. Геологічна палеоокеанографія океану Тетис / Ю. Сеньковський, К. Григорчук, В. Гнідець [та ін.]. – К. : Наук. думка, 2004. – 172 с.
4. Радковець Н. Я. Літогенетичні особливості нижньокрейдової верстви “чорних глин” автохтона Покутсько-Буковинських Карпат / Н. Я. Радковець, Н. І. Манжар // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2003. – № 3. – С. 10–19.
5. Радковець Н. Я. Седиментолого-палеоокеанографічні особливості формування крейдових відкладів Покутсько-Буковинського сегмента океану Тетис (неоком, альб–сеноман) / Н. Я. Радковець, Ю. М. Сеньковський // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2002. – № 2. – С. 3–12.

6. Сеньковский Ю. Н. Палеоокеанография Карпатского мелового апвеллинга / Ю. Н. Сеньковский // Геол. журн. – 1978. – № 6. – С. 54–64.
7. Стратотипы меловых и палеогеновых отложений Украинских Карпат / О. С. Вялов, С. П. Гавура, В. В. Даныш [и др.] – Киев : Наук. думка, 1988. – 203 с.
8. Atlas paleotransportu osadów detrytycznych w łuku Karpacko-Bałkańskim. Cz. 1 – Tuton i kreda dolna. 1 : 2 000 000 / [Red. nauk. Andrzej Ślaczka]. – Warszawa : Instytut geologiczny, 1976.
9. Berger W. H. Cretaceous and Cenozoic sediments from the Atlantic ocean / W. H. Berger, U. von Rad // Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. – 1972. – Vol. 14 – P. 787–954.
10. Demaison G. J. Anoxic environments and oil source bed genesis / G. J. Demaison, G. T. Moore // Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. – 1980. – Vol. 64, N 8. – P. 1179–1209.
11. Koltun Y. V. Source rock potential of the black shale formations of the Ukrainian Carpathians / Y. V. Koltun // Acta Geologica Hungarica. – 1993. – Vol. 36/2. – P. 251–261.
12. Origin and migration of oil from the Ukrainian Outer Carpathians to their Mesozoic basement: a case of Lopushna traps / N. Y. Radkovets, M. J. Kotarba, Y. V. Koltun [et al.] // Geological Quarterly. – 2016. – Vol. 60, N 1. – P. 133–148.
13. Schlanger S. O. Cretaceous oceanic anoxic events: causes and consequences / S. O. Schlanger H. C. Jenkyns // Geologie en Mijnbouw (Netherlands Journal of Geosciences). – 1976. – Vol. 55, N 3–4. – P. 179–184.
14. Torsvik T. H. Global plate motion frames: Toward an unified model / T. H. Torsvik, R. D. Müller, R. Van Der Voo // Reviews of Geophysics. – 2008. – N 46. – P. 1–44.

*Стаття: надійшла до редакції 08.10.2016
прийнята до друку 02.11.2016*

EARLY CRETACEOUS ANOXIC SEDIMENTOGENESIS WITHIN THE CARPATHIAN SEGMENT OF MESO-TETHYS

N. Radkovets

*Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NASU,
3a, Naukova St., 79060 Lviv, Ukraine
E-mail: radkov_n@ukr.net*

Global Barremian–Albian oceanic anoxic event caused, in particular, a deposition of organic-rich sediments within the Carpathian segment of Tethys. A thick oxygen minimum layer, which was spread over the entire World Ocean, in the Carpathian part of Meso-Tethys evidently covered a wide range of depths, and the sediments of this age, including both platform (autochthon) and the deposits of all the present-day Carpathian

structural-facial units, were formed under its control. This explains the occurrence of organic-rich sediments of Barremian-Albian age within the entire Carpathian basin, both along and across the Carpathian Arc. This region allows studying the features of the influence of the oxygen minimum layer on sedimentogenesis, as within the Ukrainian part of the Carpathian continental margin of Tethys there is a possibility of tracing the spectrum of facies from the shallow-water shelf deposits to the deep-water distal parts of submarine fans, and, correspondingly, investigating the spatial-temporal extent of the oxygen minimum layer and the related processes of anoxic sedimentogenesis in different parts of the ancient continental margin.

A comparison of two coeval sedimentary successions, which deposition occurred in essentially different parts of the same continental margin, allows estimating the influence of different sedimentological factors on formation of organic-rich facies. The platform sediments of the Carpathian autochthon have been deposited within the shelf, while the flysch sediments of the Spaska and Shypotska formations have been formed as a result of gravity flows, which have transported the terrigenous material to the base of the continental slope. Hence, the two sedimentary successions, which are the subject of our study, are essentially different by their nature. However, the two important common features, namely their age correlation and the enrichment with the dispersed organic matter, make their comparative study important for understanding of the depositional environments within the Carpathian continental margin of Tethys.

Geochemical and petrographic investigations showed that the organic-rich rocks of the Carpathian autochthon, being 0.5 to 7.0 m thick, contain up to 1.6 % of total organic carbon (TOC) and kerogen is mainly of terrestrial origin. Lithological and geochemical data allow stating that the deposition of Barremian-Aptian organic-rich sediments of the Carpathian autochthon occurred in oxygen deficit environments in bottom water and sediments, which provided an efficient fossilization of organic matter in sediments. The greater part of the organic matter was derived from the adjacent dryland of the East-European platform. Oil-generative potential of Barremian-Aptian rocks, penetrated by the existing wells, is insignificant because the rocks are immature within the investigated depths range. The 150 to 250 m thick flysch deposits of Spaska and Shypotska formations with TOC content of up to 8 % contain mixed terrestrial and marine kerogen with a high generative potential. They occur within a wide depth range and are considered to be one of the potential source rocks in the region.

Paleoceanographic reconstruction shows that the main part of the Barremian-Albian succession spreads under the Carpathian overthrust up to the ancient shelf break. We expect in this direction the increase of thickness of the organic-rich rocks comparing to the shallow part of the paleo-shelf, increase of organic matter content due to the deeper occurrence of sediments within the oxygen-minimum layer, higher share of the marine kerogen due to the greater distance from the shore, which significantly increases its generative potential, and the increase of thermal maturity of rocks, reaching the oil or even the gas window as a result of the deep occurrence under the Carpathian overthrust.

Based on these considerations we assume, that the Barremian-Albian rocks of the Carpathian autochthon, occurring deeper under the Carpathian overthrust, along with the main generating Menilite Beds of Carpathian flysch could be an additional source of hydrocarbons for both Lopushna oil field and possibly existing other similar petroleum accumulations, and this confirms the prospects of the further exploration works in this region.

Key words: sedimentogenesis, geochemistry, oceanic anoxic event, black shale strata, autochthon, flysch, oil and gas deposits, Early Cretaceous, Meso-Tethys, Carpathians.