https://doi.org/10.15407/ggcm2022.01-02.071

УДК 551.781.3(553.98:551.351.2)

Костянтин ГРИГОРЧУК[1], Володимир ГНІДЕЦЬ[2], Ліна БАЛАНДЮК

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів, Україна,
e-mail: [1]kosagri@ukr.net; [2]vgnidets53@gmail.com

ЛІТОЛОГІЯ ТА УМОВИ ОСАДОНАГРОМАДЖЕННЯ ПАЛЕОЦЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ ПІВДЕННОГО БОРТА КАРКІНІТСЬКОГО ПРОГИНУ (ПРИЧОРНОМОР'Я)

За результатами літологічних досліджень палеоценових відкладів південного борта Каркінітського прогину схарактеризовано латеральну літолого-літмологічну та фаціальну мінливість відкладів, що проявляється як у цілому розрізі палеоцену, так і його окремих ярусів. Показано, що роль вапнякових утворень значно зменшується від початку до кінця періоду з максимальним їхнім розвитком у зеландський час. Відклади танетського ярусу відрізняються домінуванням у розрізі мергельно-глинистих утворень та розвитком алевроліто-піщаних тіл у районі структури Одеська. Виокремлено три типи палеоценового розрізу: теригенний (св. Одеська-2), карбонатний (св. Гамбурцева-2, Сельського-40), карбонатно-глинистий (св. Кримська-1, св. Штормова-5, Центральна-1, Архангельського-1). Літологічна неоднорідність відкладів пов'язана з просторово-віковою мінливістю розвитку біофаціальних зон: біогермів, внутрішньобіогермних лагун, шлейфів руйнування біогермів, зовнішнього шельфу. У відкладах данського віку невеликі біогенні тіла локалізовані на Штормовій та Одеській структурах. Зеландські ж нашарування в зоні від св. Гамбурцева-2 до св. Центральна-1 характеризуються значним розвитком біогермів, які заміщуються в напрямку Одеської структури шлейфами руйнування та відкладами басейнових рівнин. Спрогнозовано розвиток біогермних утворень у приосьовій частині прогину, що пов'язане з конседиментаційним проявом Центрально-Михайлівського підняття. Це значно розширює перспективи нафтогазоносності цієї частини дослідженого району. У танетський час підйом рівня моря спричинив збільшення площі поширення відкладів зовнішнього шельфу в приосьовій зоні прогину. Водночас у районі структур Гамбурцева, Сельського, Центральна успадковано (незважаючи на трансгресію) розвивалися біогермні масиви, що було спричинене висхідними порухами в межах Чорноморсько-Каламітського підняття.

Ключові слова: літологія, фації, умови осадонагромадження, палеоцен, Каркінітський прогин.

Вступ. Палеоценові карбонатні відклади є одним з основних продуктивних комплексів Причорноморсько-Кримської нафтогазоносної області. У межах

© Костянтин Григорчук, Володимир Гнідець, Ліна Баландюк, 2022

північно-західного шельфу Чорного моря відкрито 6 газових та газоконденсатних родовищ, три з яких за розмірами запасів належать до середніх, зокрема, у межах південного борта Каркінітського прогину – це Одеське та Штормове родовища.

Поклади пов'язані з горизонтами органогенних, органогенно-детритових вапняків данського та зеландського ярусів. Як відомо, карбонатні товщі відрізняються значною неоднорідністю як по латералі, так і за розрізом, що ускладнює будову резервуарів та мінливість колекторських властивостей порід. У зв'язку з цим актуальними є всебічні літологічні дослідження, включаючи побудову літологічних розрізів, з'ясування літмологічної структури відкладів та умов їхнього нагромадження.

У такому контексті розглянуто палеоценові відклади північного борта Каркінітського прогину за трьома перетинами: I–I – св. Одеська-2–Гамбурцева-2–Штормова-5–Кримська-1–Центральна-1; II–II – св. Сельського-40–Штормова-5–Архангельського-1; III–III – св. Архангельського-1–Кримська-1–Центральна-1.

Мета – встановити особливості літологічної та літмологічної мінливості палеоценових відкладів південного борта Каркінітського прогину для реконструкцій умов їхнього осадонагромадження.

Методика. Літологічне розчленування розрізів свердловин проведене за інтерпретацією результатів радіоактивних методів їхнього дослідження. Літмологічну структуру відкладів з'ясовували на основі виокремлення літмітів – утворень надпородного рівня, які, згідно з (Карогодин, 1980), являють собою асоціації породних тіл (шарів) (літміти виокремлювали за методичним підходом, апробованим при вивченні верхньокрейдових нашарувань північно-західного шельфу Чорного моря) (Гнідець та ін., 2013).

Літологічна характеристика відкладів. Потужність палеоценових відкладів змінюється від 375 та 380 м у св. Архангельського-1 та Одеська-2, відповідно, до 156 та 295 м у св. Сельського-40 та Центральна-1 (рис. 1, 2). Потужність ярусів також варіює уздовж перетинів: танетський – від 32 м (св. Сельського-40) до 154 м (св. Архангельського-1); зеландський – від 32 та 55 м (св. Сельського-40 та Центральна-1) до 114 та 119 м (св. Архангельського-1 та Кримська-1); данський – від 76 та 86 м (св. Кримська-1 та Сельського-40) до 202 м (св. Одеська-2).

Літологічна будова відкладів палеоцену в цілому та кожного з його ярусів характеризується просторово-віковою неоднорідністю (див. рис. 1, 2). Остання найбільш виразно проявилася в нашаруваннях танетського ярусу. Це насамперед пов'язане з розвитком у верхній частині розрізу у св. Одеська-2 теригенних (пісковики, алевроліти) утворень на фоні домінування глинистих та карбонатних різновидів у решті свердловин. У цілому цей ярус представлений трьома типами розрізу: теригенним (св. Одеська-2), карбонатним (св. Гамбурцева-2, Сельського-40), карбонатно-глинистим (св. Кримська-1, Штормова-5, Центральна-1, Архангельського-1).

Теригенний – складений двома пачками (28–35 м) перешарування алевролітів (0,5–8,0 м) та пісковиків (0,3–7,0 м), які розмежовані аргілітовими пачками (18–22 м). Спостерігаються поодинокі прошарки мергелів (до 0,5 м). Вміст алевролітів становить 34 %, аргілітів – 33 %, пісковиків – 26 %, мергелів – 7 %.

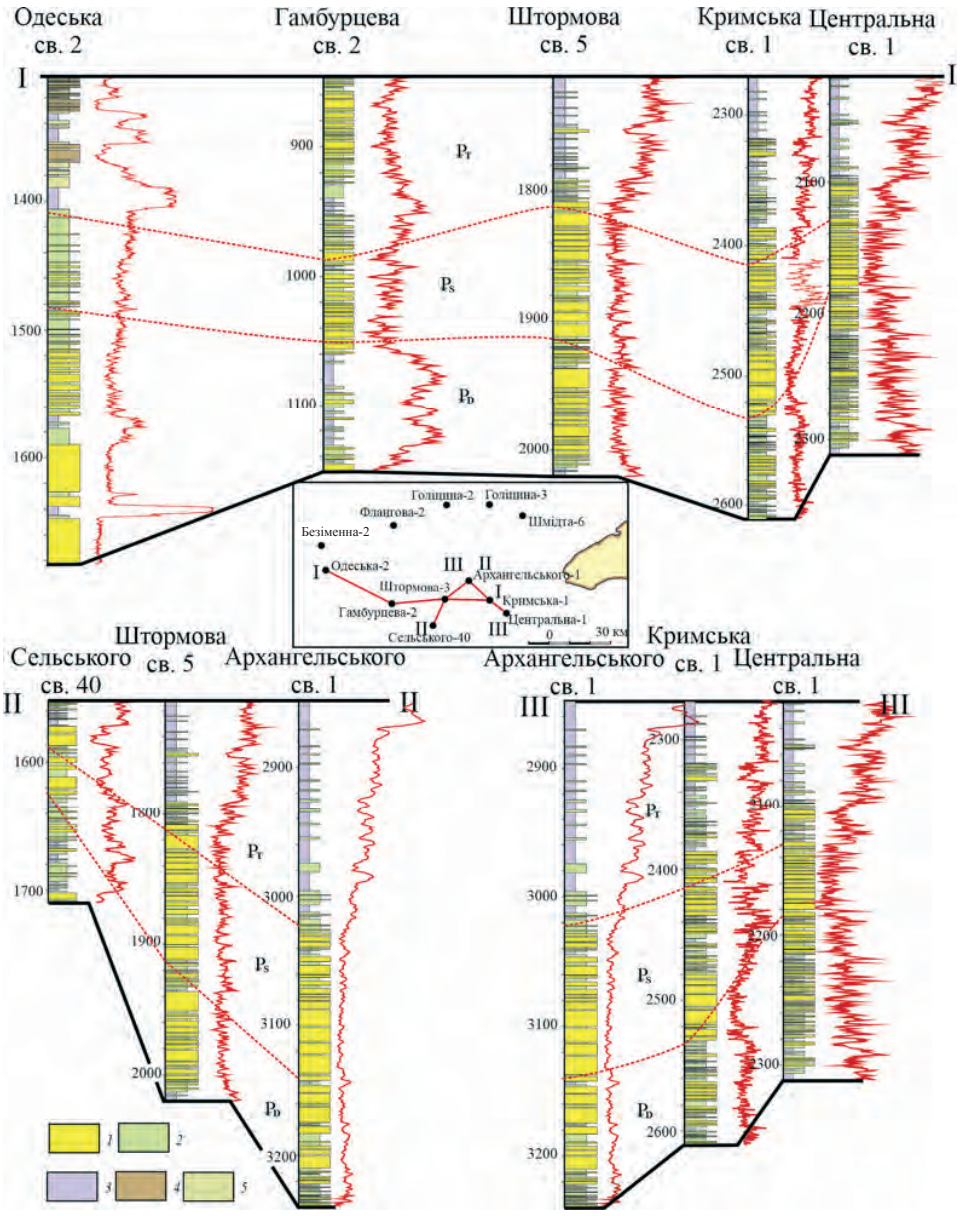

Рис. 1. Літологічні розрізи палеоценових відкладів:
1 – вапняки; *2* – мергелі; *3* – аргіліти; *4* – алевроліти; *5* – пісковики

Карбонатний тип у св. Гамбурцева-2 представлений доволі рівномірним перешаруванням вапняків та мергелів з мергельно-глинистим горизонтом (~25 м) у середній частині розрізу. При цьому в нижній частині відкладів спостерігається більш тонкошарувата структура (вапняки – 0,5–1,5 м; мергелі – 0,5–3,0 м), ніж у верхній (вапняки – 1,0–6,0 м; мергелі – 0,5–5,0 м). Вміст мергелів у розрізі становить 49 %, вапняків – 40 %, аргілітів – 11 %. Відклади, розкриті св. Сельського-40, відрізняються розвитком двох вапнякових горизонтів (5 та 9 м) у нижній частині та тонким перешаруванням (~0,5 м)

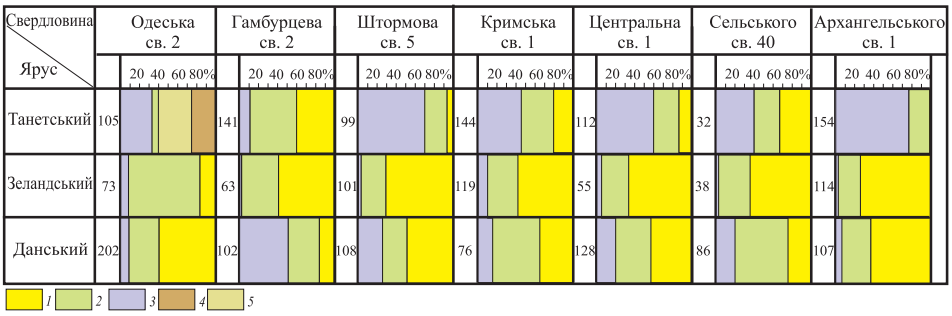

Рис. 2. Потужності відкладів палеоцену та вміст у розрізах основних літотипів:
1 – вапняки; *2* – мергелі; *3* – аргіліти; *4* – алевроліти; *5* – пісковики

вапняків та мергелів у глинистій товщі – у верхній. Відповідно вміст вапняків догори зменшується від 70 до 33 %, натомість аргілітів – зростає від 3 до 40 % (при незмінній ролі мергелів – 27 %).

Карбонатно-глинистий розріз характеризується розвитком мергельно-вапнякових пачок у його нижній частині та істотно глинистих утворень з окремими прошарками мергелів (рідко вапняків) – у верхній. Вміст аргілітів варіює від 70 та 78 % (св. Штормова-5 та Архангельського-1) до 40 та 47 % (св. Сельського-40 і Кримська-1), мергелів – від 32 % (св. Кримська-1) до 23 % (св. Штормова-5), вапняків – від 7 % (св. Штормова-5) до 21 % (св. Кримська-1).

Відклади *зеландського ярусу* складені переважно карбонатними породами: вміст вапняків становить 60–75 %, мергелів – 26–38 %, аргілітів – 2–7 %. При цьому в різних ділянках спостерігається певна специфіка будови розрізу. Так, у св. Гамбурцева-2 та Центральна-1 відклади представлені рівномірним перешаруванням вапняків (0,5–4,0 м) та мергелів (0,3–2,0 м). Натомість у св. Штормова-5 та Архангельського-1 такий характер притаманний лише верхній частині розрізу, у його низах спостерігаються потужні (до 10 та 15 м, відповідно) вапнякові горизонти. Св. Кримська-1 відрізняється розвитком у середній частині розрізу вапняково-мергельно-аргілітової пачки завтовшки близько 40 м. Натомість розріз св. Одеська-2 є істотно мергельним (76 %) з окремими прошарками (до 1,5 м) вапняків (17 %).

Літологічна будова *данських відкладів*, на відміну від зеландських, є більш мінливою по латералі, як за вмістом основних порід, так і структурою розрізу. У цілому виокремлено три типи розрізу: вапняковий (св. Одеська-2, Штормова-5, Архангельського-1), глинистий (св. Гамбурцева-2) та мергельно-вапняковий (св. Кримська-1, Центральна-1, Сельського-40).

Перший тип характеризується значним вмістом вапняків (62–67 %). При цьому спостерігається нерівномірність їхнього розвитку в розрізі. Так, у св. Одеська-2 потужні (до 38 м) горизонти вапняків поширені в нижній частині, а верхня – складена перешаруванням вапняків (0,2–6,0 м) та мергелів (0,5–7,0 м). У св. Штормова-5 потужніші вапняки (до 8,0–15,0 м) тяжіють до середини розрізу, натомість його верхня та нижня частини складені пачками тонкого (0,5–3,0 м) перешарування вапняків та мергелів. У св. Архангельського-1 вапнякові шари розвинені в середній та верхній частинах розрізу, нижня – представлена вапняково-мергельними утвореннями.

Другий – відрізняється переважанням аргілітів (51 %) з розвитком двох мергельно-вапнякових пачок (12 та 21 м) у середній та нижній частинах розрізу.

Третій тип характеризується тонким перешаруванням основних літологічних різновидів: аргіліти – 0,5–1,5 м (вміст 14–20 %); мергелі – 0,2–4,0 м (вміст 35–53 %); вапняки – 0,3–2,0 м (вміст 38–64 %).

Особливості літологічної неоднорідності відкладів палеоцену виразно відображені на літмологічних перетинах (рис. 3). У відкладах *данського ярусу* потужні (до 70 м) тіла вапнякових літмітів (поля I, II) розвинені в районах св. Одеська-2, Штормова-5 та Архангельського-1. По латералі вони заміщуються мергельно-глинистими (поля VI, VII, св. Гамбурцева-2), мергельними (св. Сельського-40) та змішаними (поле III, св. Кримська-1, Центральна-1) утвореннями. *Зеландський ярус* загалом характеризується підвищеним значенням у розрізі вапняків. При цьому істотно вапнякові літміти локалізовані в ділянці св. Гамбурцева-2, Штормова-5 та Архангельського-1. У напрямку св. Одеська-2 вони заміщуються мергельними нашаруваннями (поле V), а в напрямку св. Кримська-1 та Центральна-1 – змішаними утвореннями (поле III). Відклади *танетського ярусу* істотно відрізняються від тих, що залягають нижче. Насамперед це пов'язане з розвитком теригенних утворень на заході (св. Одеська-2) та глинистих – на сході (св. Штормова-5 і Центральна-1) та півночі (св. Архангельського-1). Більш карбонатними є відклади св. Гамбурцева-2, де у верхній частині розрізу фіксуються вапнякові літміти (завтовшки приблизно 50 м).

Обстановки осадонагромадження. Зазначена просторово-вікова літологічна неоднорідність вказує на відповідну мінливість обстановок осадонагромадження. Основною проблемою реконструкції останніх за даними буріння є низький відбір керну і, відповідно, недостатність інформації про породи, що складають розріз. У зв'язку з цим, згідно з (Ильин & Фортунатова, 1988; Фортунатова, 2000), наші седиментологічні моделі ґрунтувалися на даних літогенетичної інтерпретації результатів геофізичного дослідження свердловин (радіоактивні методи) з урахуванням фрагментарних літолого-петрографічних даних.

На основі цих матеріалів аргументовано можна виокремити чотири біофаціальні типи: 1) біогерми; 2) внутрішньобіогермні лагуни; 3) шлейфи руйнування біогермів; 4) зовнішній шельф (басейнові рівнини).

На відміну від північного борта прогину, де біогермні утворення встановлені виключно у відкладах данського та зеландського ярусів (і локалізовані у двох ділянках), у межах південного – спостерігається більш різноманітна фаціальна картина. Так, на поздовжньому перетині у відкладах данського віку невеликі акумулятивні біогенні тіла локалізовані на Штормовій та Одеській структурах і по латералі заміщуються шлейфами їхнього руйнування та утвореннями зовнішнього шельфу. Зеландські ж нашарування в зоні від св. Гамбурцева-2 до св. Центральна-1 (майже на всю товщину ярусу) характеризуються значним розвитком біогермів. Потужність останніх варіює від 5 до 40 м. Вони перешаровуються з осадами внутрішньобіогермних лагун (5–10 м), формуючи т. зв. «рифову шаруватість» (Фортунатова, 2000), та заміщуються в напрямку Одеської структури шлейфами руйнування та відкладами басейнових рівнин.

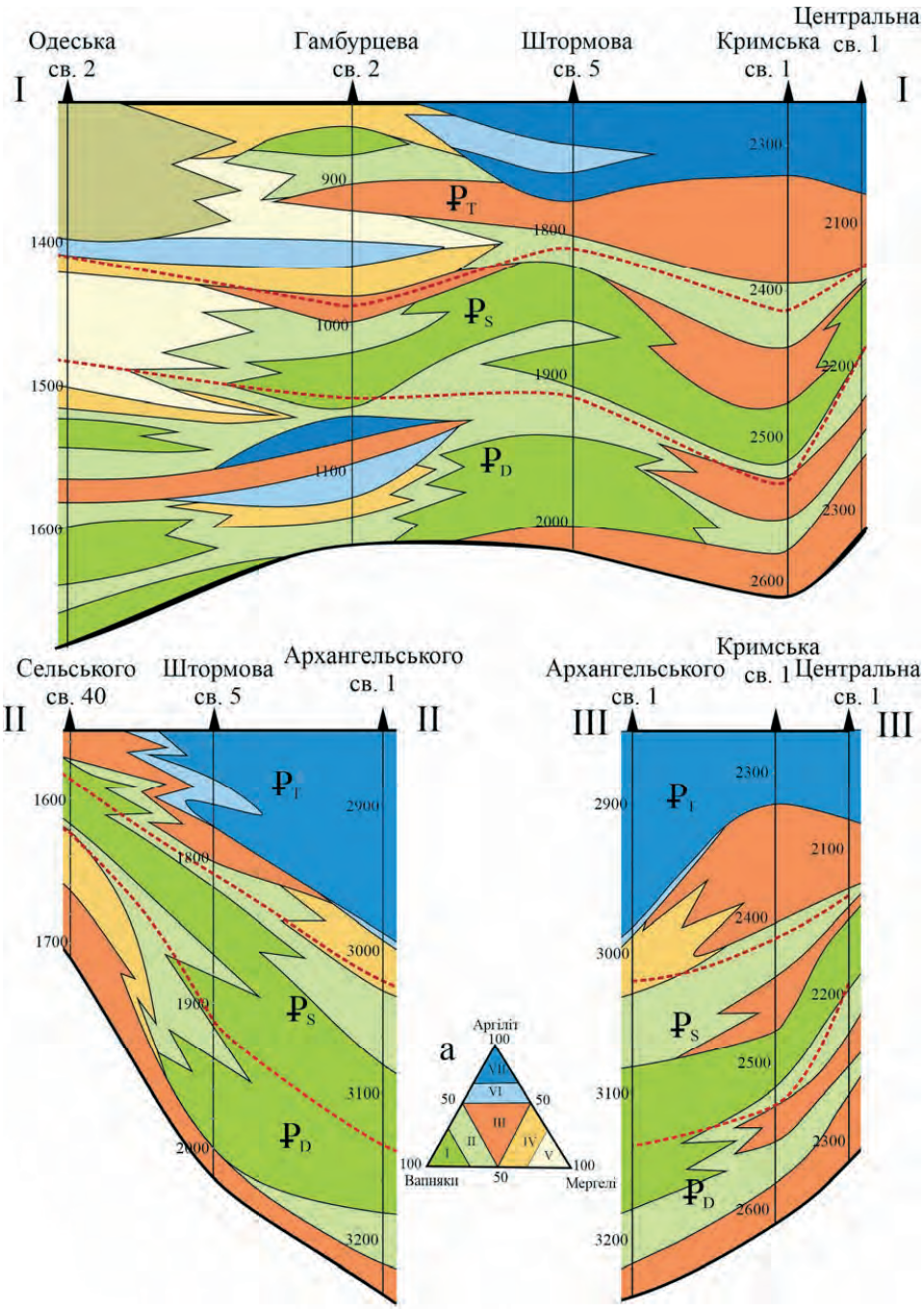

Рис. 3. Літмологічні перетини та класифікаційна літмологічна діаграма (*а*). Положення перетинів: див. рис. 1

Зацікавлює фаціальна будова відкладів, показана на перетинах II–II та III–III, де спостерігається зростання розвитку біогермних утворень у районі св. Архангельського-1, тобто, фактично в напрямку приосьової частини Каркінітського прогину, де логічно було б очікувати домінування пелагічних осадів зовнішнього шельфу. Зазначені особливості дають підстави припускати

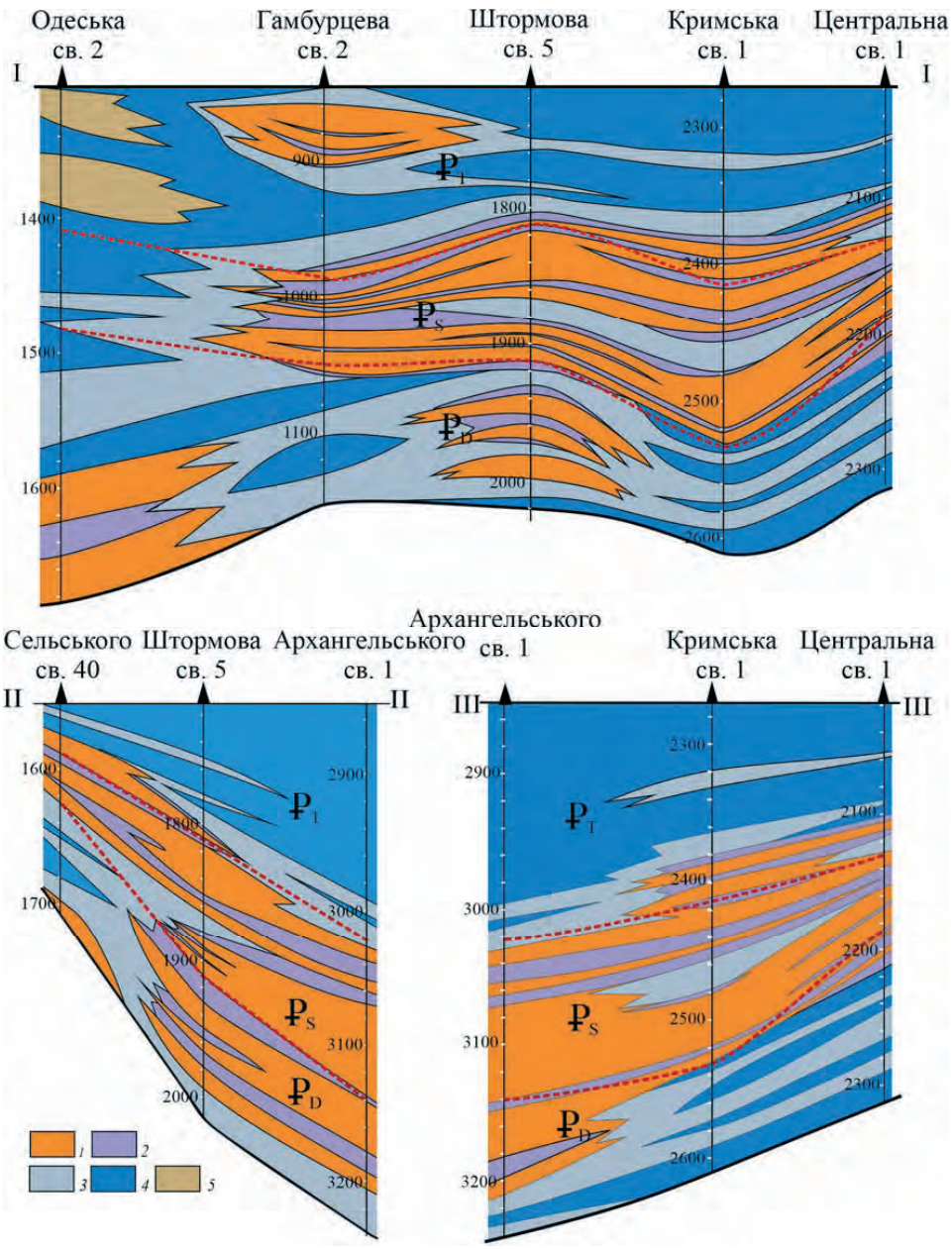

Рис. 4. Седиментаційна модель палеоценових відкладів:
1 – біогерми; *2* – внутрішньобіогермні лагуни; *3* – шлейфи руйнування біогермів; *4* – зовнішній шельф (басейнові рівнини); *5* – уздовжберегові бари. Положення перетинів: див. рис. 1

можливість конседиментаційного прояву Центрально-Михайлівського підняття (або його фрагментів).

Згідно з (Козленко та ін., 2013), це підняття є залишком консолідованої кори, який не був зачеплений процесами тектономагматичної активізації. На захід і схід від нього в Каркінітській западині існували окремі центри

рифтогенезу. Усе це визначає значний вплив центрального підняття на структуру і склад мезокайнозойського осадового чохла. Так, це підняття виразно фіксується у відкладах нижньої крейди (Гнідець та ін., 2021), а, згідно з (Громин и др., 1986), на початкових етапах пізньокрейдової трансгресії в сеномані–туроні над рівнем моря розташовувалися великі острови в Центрально-Михайлівській припіднятій зоні. Враховуючи значне зниження рівня океану на початку палеоцену (Vail et al., 1977), можна очікувати існування тут подібних морфоструктур і в цей час.

Виходячи з цих передумов, для данського, зеландського та танетського ярусів побудовані моделі фаціальної зональності, які демонструють її еволюцію протягом палеоцену (рис. 5).

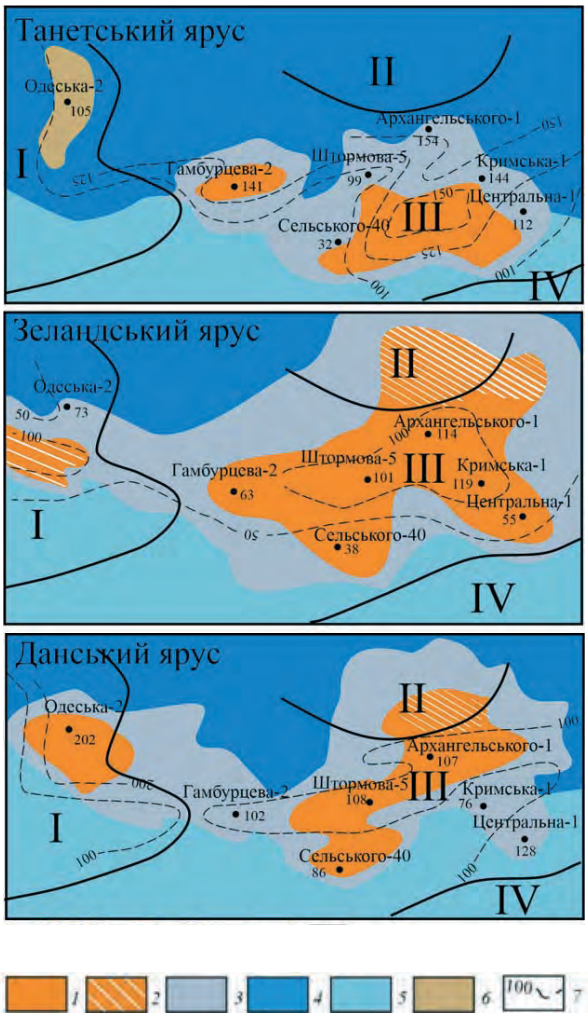

Рис. 5. Модель еволюції біофаціальної зональності протягом палеогенового періоду. Біогерми: *1* – встановлені, *2* – прогнозні; *3* – шлейфи руйнування біогермів; *4* – зовнішній шельф (басейнові рівнини); *5* – внутрішній шельф; *6* – уздовжбереговий бар; *7* – ізопахіти. Тектонічні елементи: I – Кілійсько-Зміїне підняття; II – Центрально-Михайлівська зона піднять; III – Михайлівська грабен-синкліналь; IV – Чорноморсько-Каламітський вал

У данський час біогерми були розвинені у двох ділянках. Окреме біогенне тіло локалізоване на структурі Одеська. Великий органогенний масив охоплює структури Сельського, Штормова, Архангельського. У межах останньої спостерігається його найбільша потужність і, враховуючи встановлені особливості (див. рис. 4), прогнозується поширення біогермних утворень у напрямку приосьової частини прогину. У зеландський час товщина цього масиву та його площа істотно зросли, крім згаданих, він охоплював ще і структури Гамбурцева, Кримську та Центральну. Враховуючи тенденцію розвитку біогенних тіл (див. рис. 4), можна очікувати розвиток цих нашарувань і на північ від св. Архангельського-1. Відповідно, у приосьовій частині прогину прогнозується значне поширення карбонатних уламкових шлейфів. У танетський час евстатичне підняття рівня моря спричинило збільшення площі поширення відкладів зовнішнього шельфу в приосьовій зоні прогину. Наявність утворень вапнякових шлейфів у св. Одеська-2 дозволяє припускати існування біогерму на південь від цієї структури. Така міграція органогенних фацій може бути зумовлена глобальним підняттям рівня моря (Vail et al., 1977). Водночас привертає увагу успадкований розвиток (незважаючи на трансгресію) великого біогермного масиву в східній частині дослідженої ділянки. Це, вочевидь, може бути спричинене конседиментаційними висхідними порухами в межах Чорноморсько-Каламітського підняття. На цьому наголошувалося і в роботі (Гожик, 2006). У північно-західній частині дослідженого району (структура Одеська) розвинені теригенні утворення вздовжберегових барів, які продовжували формуватися тут і впродовж еоцену (Ревер, 2016).

Прогнозований розвиток біогермів з парагенними шлейфами їхнього руйнування в межах приосьової зони Каркінітського прогину (Центрально-Михайлівське підняття) значно розширює перспективи нафтогазоносності цієї частини дослідженого району.

Висновки. Встановлена просторово-вікова літологічна, літмологічна та фаціальна мінливість відкладів палеоцену. Так, роль вапнякових утворень виразно зменшується від початку до завершення палеоцену. При цьому максимального розвитку вони набувають у зеландський час, коли в східній частині території сформувалися потужні вапнякові тіла, які в західному напрямку заміщуються мергельними та аргіліто-мергельними нашаруваннями. Відклади танетського ярусу суттєво відрізняються від тих, що залягають нижче, домінуванням у розрізі мергельно-глинистих утворень з розвитком алевролітопіщаних тіл у районі структури Одеська. Відклади представлені трьома типами розрізу: теригенним (св. Одеська-2), карбонатним (св. Гамбурцева-2 та Сельського-40), карбонатно-глинистим (св. Кримська-1, св. Штормова-5, Центральна-1, Архангельського-1). Літологічна неоднорідність палеоценових відкладів пов’язана з мінливістю обстановок осадонагромадження. Виокремлено чотири біофаціальні зони: 1) біогерми; 2) внутрішньобіогермні лагуни; 3) шлейфи руйнування біогермів; 4) зовнішній шельф (басейнові рівнини).

У відкладах данського віку невеликі біогенні тіла локалізовані на Штормовій та Одеській структурах і по латералі заміщуються шлейфами їхнього руйнування та утвореннями зовнішнього шельфу. Зеландські ж нашарування в зоні від св. Гамбурцева-2 до св. Центральна-1 характеризуються значним розвитком біогермів, які заміщуються в напрямку Одеської структури

шлейфами руйнування та відкладами басейнових рівнин. Враховуючи встановлену тенденцію розвитку біогенних тіл, спрогнозовано розвиток цих утворень у приосьовій частині прогину (на північ від св. Архангельського-1), що пов'язане з конседиментаційним проявом Центрально-Михайлівського підняття. Це значно розширює перспективи нафтогазоносності цієї частини дослідженого району. У танетський час евстатичне підняття рівня моря спричинило збільшення площі поширення відкладів зовнішнього шельфу в приосьовій зоні прогину. Водночас у районі структур Гамбурцева, Сельського, Центральна успадковано (незважаючи на трансгресію) розвивалися біогермні масиви, що, вочевидь, було спричинене конседиментаційними висхідними порухами в межах Чорноморсько-Каламітського підняття.

Гнідець, В. П., Григорчук, К. Г., & Баландюк, Л. В. (2021). Особливості формування нижньокрейдової тектоно-седиментаційної системи Причорноморського мегапрогину. *Геологічний журнал*, *2*(375), 67–78. https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2021.2.224399

Гнідець, В. П., Григорчук, К. Г., Куровець, І. М., Куровець, С. С., Приходько, О. А., Грицик, І. І., & Баландюк, Л. В. (2013). *Геологія верхньої крейди Причорноморсько-Кримської нафтогазоносної області (геологічна палеоокеанографія, літогенез, породи-колектори і резервуари вуглеводнів, перспективи нафтогазоносності)*. Львів: Полі.

Гожик, П. Ф. (Ред.). (2006). *Стратиграфія мезокайнозойських відкладів північно-західного шельфу Чорного моря*. Київ.

Громин, В. И., Рогоза, О. И., Чаицкий, В. П., & Шиманский, А. А. (1986). Клиноформы северо-западного шельфа Черного моря, их генезис и условия нефтегазоносности. *Геология нефти и газа*, *10*, 46–53.

Ильин, В. Д., & Фортунатова, Н. К. (1988). *Методы прогнозирования и поисков нефтегазоносных рифовых комплексов*. Москва: Недра.

Карогодин, Ю. Н. (1980). *Седиментационная цикличность*. Москва: Недра.

Козленко, М. В., Козленко, Ю. В., & Лысынчук, Д. В. (2013). Структура земной коры северо-западного шельфа Черного моря вдоль профиля ГСЗ № 26. *Геофізичний журнал*, *35*(1), 142–152. https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v35i1.2013.116345

Ревер, В. Б. (2016). *Літогенез еоценових відкладів Чорноморського сегменту океану Тетіс*. Київ: Наукова думка.

Фортунатова, Н. К. (Ред.). (2000). *Седиментологическое моделирование карбонатных осадочных комплексов*. Москва: РЭФИА.

Vail, P. R., Mitchum Jr., R. M., & Thompson III, S. (1977). Seismic stratigraphy and global changes of sea level: Part 4. Global cycles of relative changes of sea level. *AAPG*, *Memoir*, *26*, 83–97. https://doi.org/10.1306/M26490C6

Стаття надійшла:
17.03.2022 р.

Kostyantyn HRYGORCHUK[1], Volodymyr HNIDETS[2], Lina BALANDYUK

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals
of National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine,
e-mail: [1] kosagri@ukr.net; [2] vgnidets53@gmail.com

LITHOLOGY AND SEDIMENTATION CONDITIONS OF PALEOCENE DEPOSITS OF THE SOUTH SLOPE OF THE KARKINITE DEPRESSION (BLACK SEA COAST)

According to the results of lithological studies of the Paleocene sediments of the southern side of the Karkinite Depression, the lateral lithological-lithmological and facial variability of the sediments is characterized, which is manifested both in the whole section of the Paleocene and its individual epochs. It is shown that the role of limestone formations clearly decreases from the beginning to the end of the period with their maximum development in Zealand time. Sediments of the Tanetian epoch are characterized by dominance in the section of marl-clay formations and the development of siltstone-sand bodies in the area of the Odesa structure. Sediments are represented by three types of section: terrigenous (well Odeska-2), carbonate (wells Hamburtseva-2, Selskogo-40), carbonate-clay (wells Crimean-1, Shtormova-5, Centralna-1, Arkhangelskogo-1). In different areas, each type of section is characterized by a certain specificity of the internal structure. Lithological heterogeneity of sediments is associated with spatial and age variability of biofacial zones: biogerms, inland biogerm lagoons, plumes of destruction of bioherms, the outer shelf. In the sediments of the Danian age, small limestone bodies are localized in the Shtormova and Odesa structures. Zealand strata in the area from well Hamburtseva-2 to well Centralna-1 are characterized by significant development of bioherms, which are replaced in the direction of the Odesa structure by plumes of destruction and sediments of basin plains. The development of bioherm formations in the axial part of the depression is predicted, which is associated with the sedimentary manifestation of the Central Mikhailovsky uplift. This significantly expands the prospects for oil and gas in this part of the study area. During the Tanetian period, rising sea levels caused an increase in the area of distribution of the outer shelf in the axial zone of depression. At the same time, in the area of the structures of Hamburtseva, Selskogo, Centralna inheritedly (despite the transgression) were developed biohermic massifs, which was caused by upward movements within the Black Sea-Kalamitsky uplift.

Keywords: lithology, facies, sedimentation conditions, Paleocene, Karkinite Depression.