

ГЕОЛОГІЯ

УДК 552.5+551.7.022.4/734.5 (477.74)

В. П. ГНІДЕЦЬ, К. Г. ГРИГОРЧУК, Л. Б. КОШІЛЬ, Н. В. ЦІЖ, М. Б. ЯКОВЕНКО

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, 79060, м. Львів, вул. Наукова, 3-а, тел. +38(032)2634161, ел. пошта kosagri@ukr.net

ЛІТОЛОГО-ФАЦІАЛЬНА ЗОНАЛЬНІСТЬ ТА ЛІТМОЛОГІЧНА СТРУКТУРА ЕЙФЕЛЬСЬКИХ ВІДКЛАДІВ ПЕРЕДДОБРУДЗЬКОГО ПРОГИНУ

Мета. Основною метою цієї роботи є дослідження літологічних особливостей осадового комплексу ейфельського віку в межах Білоліського блоку Переддобрудзького прогину. **Методика.** Методика містить літолого-фаціальний, літмологічний та мінералого-петрографічний аналізи. **Результати.** Встановлено літологічну структуру розрізів ейфельських відкладів, яка представлена нерівномірним перешаруванням сульфатних (ангідрити), карбонатних (вапняки, доломіти, мергелі) та теригенних (пісковики, алевроліти, аргіліти) порід. Виділено шість типів розрізу відкладів: доломіто-вапняково-ангідритовий, доломіто (вапняково)-мергельно-ангідритовий, аргіліто-мергельно-ангідритовий, ангідрито-вапняково-доломітовий, доломіто-ангідрито-вапняковий, доломіто-ангідрито-мергельний; які характеризуються певною латеральною зональністю поширення, що відображають побудовані літологічні моделі. Так, ангідрити домінують у розрізах південно-західної, доломіти та вапняки північної та південної, мергелі та аргіліти центральної частин Білоліського блоку. Детально вивчені петрографічні особливості основних типів порід. Побудовано літмологічні перетини, які показали, що ейфельська товща характеризується ярусною структурою, що проявилось у розвитку чотирьох регіональних або субрегіональних сульфатних пачок, розмежованих теригенно-карбонатними горизонтами. Встановлене регіональне поширення базальної карбонатно-теригенно-глинистої товщі, яка становить перехідні шари від теригенних утворень нижнього девону до сульфатно-карбонатних – середнього та верхнього девону. **Наукова новизна.** Вперше побудовані літологічні розрізи ейфельських відкладів та здійснена їх типізація. Побудовані літолого-фаціальні та літмологічні моделі, які дали змогу з'ясувати просторово-вікові варіації літологічної структури осадових утворень ейфельського віку. **Практична значущість.** Вивчення особливостей літологічної будови товщі, створення літолого-фаціальних та літмологічних моделей сприятиме уточненню певних питань стратиграфічного характеру, з'ясуванню просторово-вікового поширення осадових комплексів різного складу та генезису. Усе це слугуватиме геологічною (літогенетичною) основою для обґрунтованішого прогнозу просторово-вікового поширення нафтогазо-перспективних об'єктів, пов'язаних передусім з вапняково-доломітовими акумулятивними тілами.

Ключові слова: Переддобрудзький прогин; Білоліський блок, ейфельські відклади; типи розрізу, літофації; літміти.

Вступ

Карбонатно-евапоритові нашарування у багатьох регіонах Світу є промислово нафтогазоносними. Передусім це стосується девонських відкладів басейнів Уїлстон, Альберта та Макензі Північної Америки [Высоцкий та ін., 1981; Weissenberger et al., 2001], які, враховуючи дані [Wilson, 1975], розглядаються [Гнідець та ін., 2003] як літогенетичні аналоги одновікових утворень Переддобрудзького прогину. В межах останнього ще у другій половині двадцятого століття в результаті регіональних геолого-геофізичних досліджень встановлено декілька десятків структур, сприятливих для акумуляції нафти і газу. Подальше пошукове буріння виявило численні нафтогазопрояви. Так, у св. Саратська-3 з сульфатно-карбонатних відкладів девонського

віку зафіксовано приплив важкої парафінистої нафти, у св. Східносаратська-1 спостерігався короткочасний приплив легкої нафти. На площі Жовтоярська з глибини близько 3 км отримано приплив газу (метан з конденсатом) дебітом до 20 тисяч кубічних метрів. Утім дотепер відкриті і запропоновані до експлуатації тільки Східносаратське та Жовтоярське родовища.

Точна кількісна оцінка запасів вуглеводнів у регіоні на цей час практично неможлива через недостатню вивченість надр. Ще одним ускладнювальним фактором є те, що основними нафтовмісними породами є вапняки, які характеризуються складною структурою порового простору, що потребує додаткових спеціальних досліджень. Враховуючи це, а також дані щодо можливості формування покладів вуглеводнів в ангідритових гори-

зонтах [Черепанов та ін., 2012; Лукин, 2011], вочевидь зрозумілими стають напрямки першочергових досліджень – це визначення просторово-вікових особливостей літологічної структури продуктивних горизонтів середнього-верхнього девону. У цій статті здійснене літологічне розчленування відкладів ейфельського віку, які розкриті свердловинами в межах Білоліського блоку Переддобрудзького прогину (рис. 1), що стало основою для побудови літолого-фаціальних та літмологічних моделей.



Рис. 1. Розміщення території досліджень
Fig. 1. The location of research territory

Мета

З'ясувати просторово-вікові особливості літологічної будови відкладів ейфельського віку в межах Білоліського блоку Переддобрудзького прогину.

Методика

Літологічне розчленування розрізів свердловин проведено за допомогою відповідної інтерпретації результатів радіоактивних методів їхнього дослідження. Літолого-фаціальні побудови здійснювалися на основі літологічної типізації відкладів за розрізами свердловин. Літмологічна структура відкладів визначалася на базі виділення літмітів – утворень надпородного рівня, які, згідно з [Карогадин, 1980], становлять асоціації породних тіл (шарів) (літміти виділялися за методичним підходом [Григорчук та ін., 2009]).

Результати

Літолого-фаціальна зональність ейфельських відкладів

Потужності відкладів ейфельського віку змінюються від 178 до 515 м (таблиця, рис. 2). Достатньо чітко спостерігається збільшення потужностей у напрямку з північного сходу до південного заходу, виявляючи два депоцентри: Саріярьсько-Саратський та Зарічненсько-Тузлівський (понад 400 м). Ці депоцентри розділені Балабанівсько-Жовтоярьською зоною менших товщин.

Таблиця

Потужність ейфельських відкладів та вміст основних типів порід у розрізах

Table

Thickness of Eifelian deposits and ratio of main types of rocks in sections

Площа, свердловина (потужність, м)	Ангідрити м/%	Доломіти м/%	Вапняки м/%	Мергелі м/%	Аргіліти м/%	Пісковики, алевроліти м/%
Балабанівська-1 (178)	50.3/22	29.2/16	28.1/15	42.7/24	17.2/9.2	10.5/5.8
Тузлівська-2 (471.2)	126.9/26.7	97.4/20.7	138.6/29.2	67.5/14.3	24.5/5.2	16.3/3.46
Зарічненська-1 (515)	148.4/28.8	103.3/20	124.2/24.1	79.8/15.5	38/7.4	21.3/4.1
Розівська-1 (403)	94.8/23.5	78.1/19.4	88.2/21.9	85.3/21.2	35.2/8.7	21.4/5.3
Саратська-6 (511)	136.5/26.7	101.9/19.9	125.2/24.5	91.5/17.9	37.4/7.3	18.5/3.6
Жовтоярьська-2 (483)	152.3/31.5	86.6/17.9	72.1/14.9	96/19.9	44.5/9.2	31.5/6.5
Східносаратська-5 (436)	124.5/28.6	76.3/17.5	88.5/20.3	112/25.7	22.2/5.1	12.5/2.87
Східносаратська-4 (400.4)	118.2/29.7	73.6/18.3	100.7/25.1	66/16.6	26.3/6.5	15.6/3.8
Східносаратська-3 (459.5)	116/25.1	78/16.9	111.2/24.2	78.5/17.0	46.3/10.1	29.5/6.3
Східносаратська-2 (428)	114.5/26.8	87.7/20.5	106.8/25.0	73.1/17.1	27.3/6.4	18.6/4.4
Східносаратська-1 (458.5)	142/30.8	63.4/13.7	71.1/15.4	121/26.6	38.5/8.6	22.5/4.8
Саратська-2 (436)	180/37.4	96.6/22.0	46.4/10.6	89.4/20.4	29.4/6.7	21.7/4.9
Саріярьська-1 (500)	156.1/31.2	82.3/16.5	61.3/12.3	109.5/21.9	59/11.8	31.8/6.4
Жовтоярьська-1 (330)	105.4/31.9	37.2/11.3	33.3/10.1	93/28.2	43.8/13.3	17.3/5.2
Білоліська-1 (424.5)	160.9/37.9	45.7/10.8	38.8/9.1	99.2/23.4	51.7/12.2	28.2/6.6
Ярославська-1 (372)	72.5/19.5	89.2/24	85.9/23.1	59.2/15.9	39.9/10.7	26.3/7.1

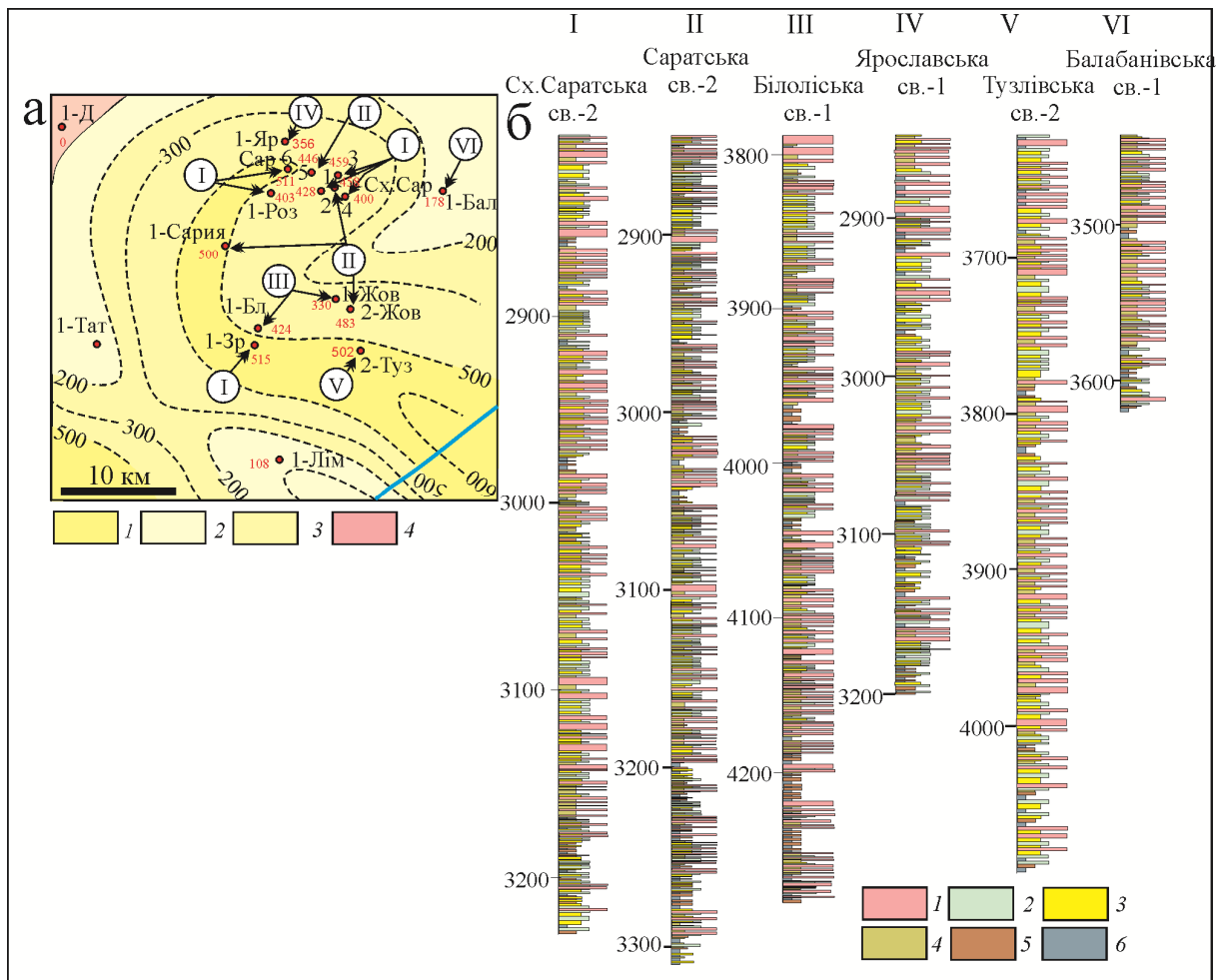


Рис. 2. Потужності (а) та типи розрізу (б) відкладів ейфельського віку

Типи розрізу: I – доломіто-вапняково-ангідритовий, II – доломіто (вапняково)-мергельно-ангідритовий, III – аргіліто-мергельно-ангідритовий, IV – ангідрито-вапняково-доломітовий, V – доломіто-ангідрито-вапняковий, VI – доломіто-ангідрито-мергельний.

1 – ангідрити, 2 – доломіти, 3 – вапняки, 4 – мергелі, 5 – пісковики та алевроліти, 6 – аргіліти.

Свердловини: 1-Бал. – Балабанівська, 1-Бл. – Білоліська, 1-Д. – Джаларська, 1-Зр. – Зарічненська, 1-Лім. – Ліманська, 6-Сар. – Саратська, 1-Сх.Сар – Східносаратська, 1-Сарія. – Сариярська, 1-Роз. – Розівська, 1-Тат. – Татарбунарська, 2-Туз. – Тузлівська, 1-Яр. – Ярославська

Fig. 2. Thicknesses (a) and section types (b) of Eifelian deposits

Section types: I – dolomite-limestone-anhydrite, II – dolomite (limestone)-marlstone-anhydrite, III – argillite-marlstone-anhydrite, IV – anhydrite-limestone-dolomite, V – dolomite-anhydrite-limestone, VI – dolomite-anhydrite-marlstone.

1 – anhydrites, 2 – dolomites, 3 – limestones, 4 – marlstones, 5 – sandstones and siltstones, 6 – argillites.

Boreholes: 1-Bal. – Balabanivska, 1-Bl. – Biloliska, 1-D. – Dzhalarska, 1-Zr. – Zarichnenska, 1-Lim. – Limanska, 6-Sar. – Saratska, 1-Skh.Sar – Skhidnosaratska, 1-Sariya. – Sariyarska, 1-Roz. – Rozivska, 1-Tat. – Tatarboonarska, 2-Tooz. – Toozlivska, 1-Yar. – Yaroslavska

Ейфельські відклади складені перешаруванням ангідритів, доломітів, вапняків, аргілітів, пісковиків та алевролітів. Загалом літологічні розрізи, на перший погляд, виглядають досить однотипно. Спостерігаються лише деякі варіації потужностей основних літотипів, нерівномірне групування їх у розрізах з утворення певних пачок.

Утім, за підрахунком вмісту порід по розрізах окремих свердловин (див. таблицю) можна виділити шість типів розрізу (див. рис. 2, б). Найпоширенішими є I та II типи, які загалом можна

назвати карбонатно-ангідритовими. Вони характеризуються домінуванням в ейфельській товщі ангідритів та підпорядкованою роллю вапняків, доломітів або мергелів. III тип, на фоні переважання ангідритів, відрізняється підвищеним вмістом у розрізах аргілітів та мергелів. Решта типів розрізу характеризується меншим значенням ангідритів і переважанням доломітів (IV), вапняків (V), мергелів (VI). Просторове поширення зазначених типів характеризується певною латеральною зональністю. Так, I та II – розвинені у ділянках підвищеної

потужності відкладів. III та VI, які відрізняються більшим вмістом аргілітів та мергелів, тяжіють до смуги зменшених товщин, а IV та V до допериферійних ділянок території.

Характерною особливістю більшості розрізів є розвиток доволі потужних теригенно-глинистих пачок у їх припідшовній частині. Це найчіткіше фіксується у св. Саратська-2, Білоліська-1, Ярославська-1, Балабанівська-1. Такі пачки потужністю 6–15 м складені перешаруванням аргілітів (1–3 м) та пісковиків і алевролітів (1–2 м). Відклади, розкриті св. Тузлівська-2, відрізняються розвитком по усьому розрізі карбонатних пачок (до 15–17 м): чергування шарів вапняків (1–4 м) та доломітів (1–3 м).

Літолого-фаціальна зональність відкладів традиційно визначається побудовою моделей ізоліт (сумарних потужностей) або вмісту порід у розрізах (рис. 3). Ізоліти достатньо добре корелюються з характером змін загальних потужностей відкладів (див. таблицю), що, насамперед стосується ангідритів, доломітів, вапняків, пісковиків і алевролітів, максимальний розвиток яких спостерігається у ділянках збільшених значень загальної потужності. Вищезгадане засвідчує недоцільність побудови карт ізоліт у зв'язку з їхньою недостатньою інформативністю.

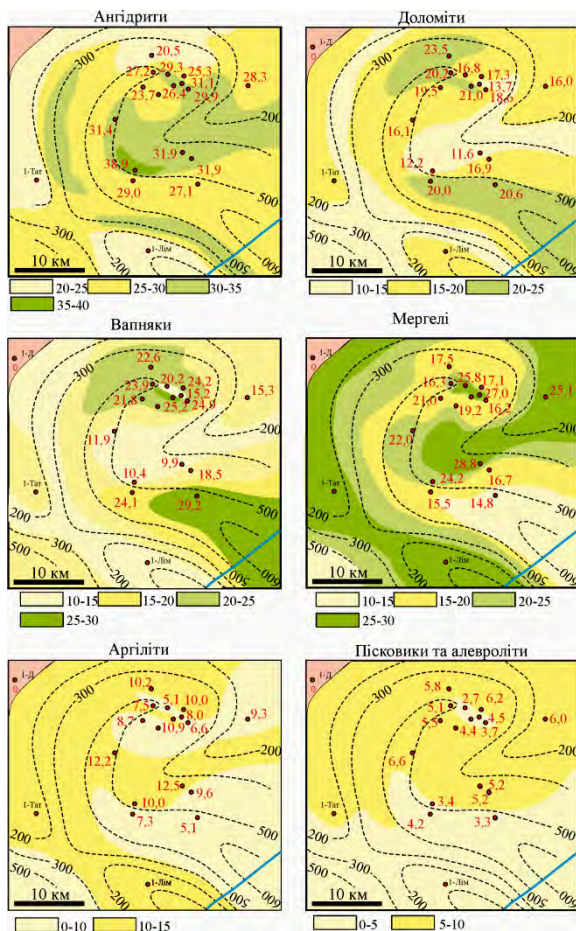


Рис. 3. Літолого-фаціальні моделі (вміст порід) відкладів ейфельського віку
Fig. 3. The lithofacies models (rocks content) of Eifelian deposits

Натомість, розподіл вмісту порід у розрізах виявляє виразніші просторові варіації (див. рис. 3), які вочевидь відображають окремі риси обстановок осадонагромадження ейфельського часу.

Ангідрити найбільше розвинені у районі св. Білоліська-1 (38,9 %). Поле підвищених значень параметра (більше ніж 30 %) локалізоване у південно-західній частині Білоліського блоку і охоплює також Сариярську та Жовтоярську структури. Локальний максимум відмічено у склепінній зоні Східносаратської структури (св. 1, 5).

Більша частина території характеризується значеннями параметра 26–30 %. Мінімальні вмісти ангідритів у відкладах ейфельського віку відмічені на півночі території (св. Розівська-1, Ярославська-1, Східносаратська-3).

Мінімальна (менше ніж 16 %) роль доломітів у відкладах притаманна центральній частині Білоліського блоку (св. Білоліська-1 та Жовтоярська-1). Відчутне збільшення значень параметра спостерігається у північно-західному та південно-східному напрямках. У районі Східносаратської структури фіксуються певні локальні флуктуації: мінімальний вміст доломітів відмічено у св.1, він виразно збільшується на південно-західному крилі структури (св. Східносаратська-2, Саратські-2, 6).

Найменший вміст (10–12 %) вапняків зафіксовано у розрізах св. Сариярська-1, Білоліська-1 та Жовтоярська-1. Ця смуга невеликих значень параметра простягається на північний схід до св. Балабанівська-1. У північному та південному напрямках роль вапняків відчутно зростає. У такому разі встановлено три локальні максимуми (більше ніж 24 %): св. Заріченська-1, Тузлівська-2, Східносаратські-2, 3, 4. Найбільший розвиток вапнякових горизонтів (понад 29 %) притаманний св. Тузлівська-2. Цікава картина поширення вапняків спостерігається на Східносаратській структурі. Так, у св. 1 зафіксовано мінімальний вміст вапняків (15,2 %), натомість на північному, східному та південному її схилах розвинена вузька смуга підвищених (більше ніж 24 %) значень параметра, яка облямовує її склепіння. Такий характер поширення вапняків і доломітів дає змогу припустити атолоподібну природу біогенних карбонатних акумулятивних тіл. Подібні утворення встановлені у девонських відкладах Австралії [Hurley et al., 1989], Північної Америки [Anderson et al., 1989]. На відомих родовищах Канади, зокрема Ледюк, які експлуатуються вже тривалий час, нові перспективи пов'язуються [Atchley et al., 2006] з покладами в похованих периферійних атолах.

Мергелі виявляють цілком протилежну від вапняків та доломітів картину поширення. Ареал максимальних вмістів цих порід встановлений у центральній частині території, простягаючись у напрямку південний захід – північний схід. Локальний максимум відмічений у склепінні Східносаратської структури. Роль мергелів у розрізах виразно зменшується у північному та південному напрямках. На півночі регіону поля мінімальних значень параметра облямовують Східносаратську структуру.

Спостерігається два ареали підвищеного вмісту у розрізах аргілітів. Перший – тяжіє до центральної, а другий – північної частин Білоліського блоку. Мінімальна роль аргілітів у відкладах зафіксована на південному крилі Східносаратської структури та у св. Тузлівська-2.

Поля різного вмісту кластогенних (пісковики, алевроліти) утворень характеризуються, на відміну від інших порід, субмеридіональним простяганням у центральній та північній частинах Білоліського блоку та субмеридіональним – у південній. Ареал мінімальних значень простягається з півночі на південь, охоплюючи склепіння та південне крило Східносаратської структури. У східному та західному напрямках вміст кластогенних утворень зростає, досягаючи максимальних значень у св. Сариярська-1 та Балабанівська-1. Тут спостерігаються язикоподібні поля, витягнуті у напрямку Жовтоярської структури. На південь від останньої роль піщано-алевролітових утворень виразно зменшується.

Мінералого-петрографічна характеристика

Ангідрити є доміантною або однією з основних складових відкладів ейфельського віку. Порооди представлені переважно середньо-крупнозернистими різновидами, які різняться за мікротекстурними особливостями.

Спостерігаються стовпчасті, сплутано-волоконисті (рис. 4, а), масивні крупнокристалічні (рис. 4, б) текстури.

Часто породи переходять у змішані – сульфатно-карбонатні різновиди: ангідрито-вапняки (рис. 4, в) та ангідрито-доломіти, у яких вміст карбонатної складової досягає 45–55 % (іноді до 65–70 %). Карбонатна мікрозерниста до пелітоморфної речовина (кальцит, доломіт) розсіяна у породах або формує окремі скупчення неправильної чи лінзоподібної форми. Нерідко породи містять прожилки, часом стилітоподібні, з чорними, бурими та жовтими бітумами.

Доломіти характеризуються різноманітною структурою: від пелітоморфної до дрібно- та середньозернистої (рис. 4, з–е). Трапляються різновиди складені на 90–95 % ромбодрами доломіту. Але здебільшого вони містять до 40–50 % кальцитового або ангідритового компонентів, які виповнюють міжкристалічний простір. Структура карбонатної речовини також варіює від мікро- до крупнозернистої, ангідрит часто формує пойкилітові форми, становить плями та різноспрямовані прожилки. Місцями у породах спостерігаються реліктова («тінюва») органогенна структура (сліди форамініфер, стулок пеліципод та брахіопод), що вказує на їхню вторинну природу за рахунок доломітизації органогенних вапняків. У породах часто спостерігаються вертикальні, горизонтальні рідше діагональні іноді стилітоподібні тріщини (0,01–0,2, в роздувах до 0,5–1,5 см). Вони відкриті з примазками світло-жовтих бітумів, місцями випов-

нені глинистою речовиною, піритом, кальцитом, ангідритом. Іноді наявні крупні (до 1–2 см) каверни.

Вапняки, як і доломіти, характеризуються різноманітними структурно-речовинними особливостями (рис. 4, є–і). Структура порід варіює від пелітоморфної до дрібно- та середньозернистої

В органогенних літотипах наявні біогенні рештки у кількості від перших процентів до 50–70 %, які представлені фрагментами черепашок форамініфер, остракод, пеліципод, брахіопод, які унаслідок вторинних процесів мікрітизовані та перекристалізовані, часто спостерігаються харові водорості. Порооди при цьому набувають органогенно-детритової, згусткової-грудкуватої текстури. Міжформовий простір виповнений пелітоморфним кальцитом, який місцями перекристалізований з утворенням мікро- дрібнозернистої структури. Процеси перекристалізації іноді захоплюють і біогенні рештки: вторинний кальцит виповнює черепашки форамініфер.

Порооди у багатьох випадках доломітизовані та ангідритизовані у розсіяній та плямуватій формах. Вміст новоутворень становить 15–25 %, у деяких випадках досягає 40–50 % та більше з утворенням вапнистих ангідритизованих доломітів. Часто у ділянках перекристалізації та доломітизації, а іноді і в основній мікрозернистій масі, спостерігаються відкриті пори (0,04–0,5 мм), які місцями виповнені ангідритом та іноді халцедоном. У породах часто наявні розсіяні виділення бурих або жовтих бітумів, які іноді виповнюють мікротріщинки. Зв'язок доломітизації з ділянками розвитку пор і каверн вказує на вторинний характер природних колекторів. Це явище є характерним для девонських нафтогазоносних формацій Північної Америки [Smart et al., 2003].

Мергелі характеризуються зазвичай пелітоморфною структурою, лінзоподібно-шаруватою текстурою (рис. 4, і). Останнє спричинене наявністю мікроскупчень ангідриту чи кальциту. По нашаруванню розвинені мікротріщини як відкриті, так і виповнені темними бітумами. Основна маса складена глинисто-карбонатною речовиною з тонкорозсіяним піритом. У породах часто спостерігаються різноспрямовані тріщини, виповнені ангідритом, кальцитом іноді кварцом.

Пісковики (та *алевроліти*) розвинені переважно у нижніх частинах розрізу ейфельських відкладів. Порооди кварцові рідше олігоміктові. Структура порід псамітова, алевро-псамітова, псамо-алевролітова. Остання проявляється під час переходу алевролітових пісковиків у піскуваті алевроліти (рис. 4, к). Вміст уламкового матеріалу становить 75–90 %. Він складений переважно зернами кварцу (рідко польових шпатів та лусок мусковіту), уламками кременистих порід. Кластичний матеріал переважно середньота дрібнозернистий погано відсортований, зерна напівобкатані та кутасті. Розміри зерен змінюються від 0,05 до 0,6 мм (домінує фракція 0,2–0,3 мм). Цемент переважно гідролітичний, ділянками кальцитовий, ангідритовий або регенераційний кварцовий порового типу.

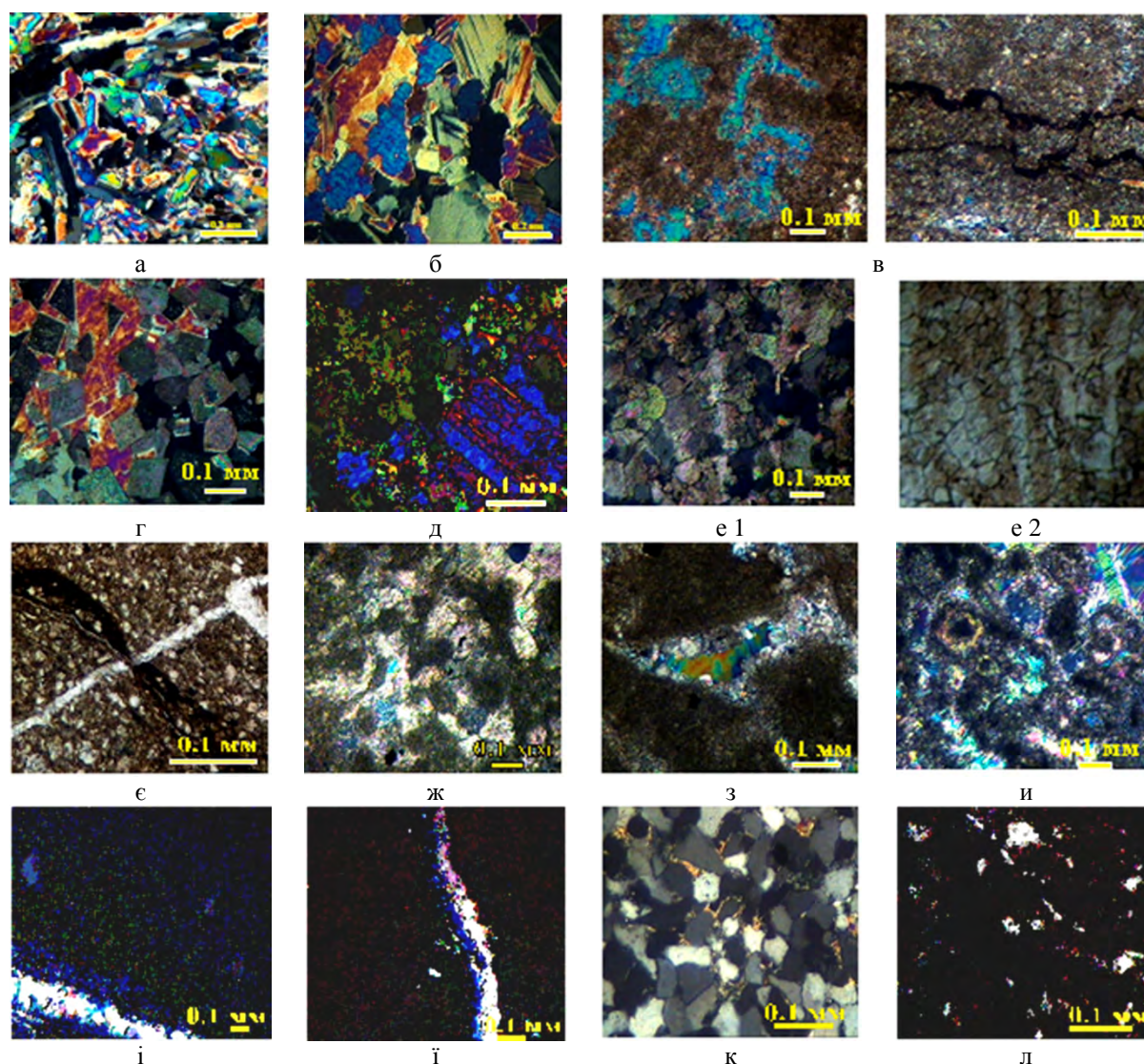


Рис. 4. Структурно-речовинні особливості порід

а – ангідрит сплутано волокнистої текстури (св. Саратська-2, інт. 2860–2865 м, ніколі X); б – ангідрит крупнокристалічний масивної текстури (св. Сараярська-1, інт. 3798–3805 м, ніколі X); в – ангідритизований пелітоморфний вапняк з прожилками бітумів (св. Саратська-2, інт. 3197–3208 м, ніколі X); г – доломіт середньокристалічний ангідритизований (св. Саратська-2, інт. 2931–2934 м, ніколі X); д – доломіт дрібнокристалічний ангідритизований (св. Саратська-2, інт. 3103–3112 м, ніколі X); е – доломіт дрібно-середньокристалічний з реліктовою органічною структурою (св. Саратська-4, інт. 3186–3196 м, 1 – ніколі X, 2 – ніколі II); є – органігенний глинистий вапняк (св. Саратська-2, інт. 2966–2973 м, ніколі II); ж – грудкуватий перекристалізований та доломітизований вапняк (св. Саратська-4, інт. 3065–3067 м, ніколі X); з – грудкуватий вапняк з ангідритом (св. Саратська-2, інт. 3012–3017 м, ніколі X); и – органігенний ангідритизований вапняк (Св. Східно-Саратська-5, інт. 3108–3115 м, ніколі X); і – вапняк мікрзернистий доломітизований з прожилками ангідриту та кавернами (Св. Саратська-4, інт. 3328–3356 м, ніколі X); і – мергель з прожилком ангідриту з кварцом (Св. Східносаратська-3, інт. 3239–3241 м, ніколі X); к – аргіліт алевритовий з піритом та органічною речовиною (Св. Саратська-3, інт. 3059–3067 м, ніколі X); л – алевроліт кварцовий з гідрослюдястим цементом (Св. Саратська-2, інт. 3309–3310 м, ніколі X)

Fig. 4. Structure-substantial features of rocks

a – anhydrite of tangled-fibrous texture. Borehole Saratska-2, int. 2860-2865 m. Nic. X; *b* – anhydrite of large-crystalline massive texture. Borehole Sariyarska-1, int. 3798-3805 m. Nic. X; *v* – anhydritized pelitic limestone with bitumen stringer. Borehole Saratska-2, int. 3197-3208 m. Nic. X; *g* – medium-crystalline anhydritized dolomite. Borehole Saratska-2, int. 2931-2934 m, Nic. X; *d* – fine-crystalline anhydritized dolomite. Borehole Saratska-2, int. 3103-3112 m, Nic. X; *e* – fine-medium-crystalline dolomite with relict organic structure. Borehole Saratska-4, int. 3186-3196 m: *a* – Nic. X, *b* – Nic. II; *e* – organic clayey limestone. Borehole Saratska-2, int. 2966-2973 m, Nic. II; *zh* – lumpy-recrystallized and dolomitized limestone. Borehole Saratska-4, int. 3065-3067 m, Nic. X; *z* – lumpy limestone with anhydrite. Borehole Saratska-2, int. 3012-3017 m, Nic. X; *u* – organogenous anhydritized limestone. Borehole Skhidno-Saratska-5, int. 3108-3115 m, Nic. X; *i* – micrograined dolomitized limestone with anhydrite stringers and caverns. Borehole Saratska-4, int. 3328-3356 m, Nic. X; *i* – marlstone with anhydrite and quartz stringer. Borehole Skhidnosaratska-3, int. 3239-3241m, Nic. X; *k* – quartz siltstone with hydromica cement Borehole Saratska-2, int. 3309-3310 m, Nic. X; *l* – silty claystone with pyrite and organic matter. Borehole Saratska-3, int. 3059-3067 m, Nic. X

Аргіліти, як і пісковики, найпоширеніші у низах ейфельської товщі. Структура порід пелітова, місцями алевро-пелітова (рис. 4, л). Текстура лінзоподібно-шарувата, що зумовлене наявністю мікролінз карбонатної речовини (кальцит, доломіт), рідко ангідриту. В окремих взірцях спостерігаються поодинокі дрібні форамініфери. Тонкі переважно пошарові мікротріщини виповнені головно чорними бітумами.

Літологічна структура відкладів

Схеми вмісту порід у розрізах (див. рис. 3) дали змогу з'ясувати певні особливості латерального поширення сульфатних, карбонатних та теригенних порід. З метою визначення характеру їхнього розвитку у розрізі товщі проведено літологічну типізацію, згідно з методичним підходом, який застосовувався під час дослідження мезозой-кайнозойських відкладів Чорноморсько-Кримського регіону [Григорчук та ін., 2009].

Здійснення літологічних побудов ускладнювалося тим, що відклади ейфельського віку складені перешаруванням шести літологічних відмін: ангідрити, доломіти, вапняки, мергелі, теригенні породи (пісковики, алевроліти), аргіліти.

Для вирішення цієї проблеми розроблено підхід, який ґрунтується на встановлених [Гнідець та ін., 2003] закономірностях будови девонських нашарувань. Це, зокрема, полягає у тому, що теригенно-глинисті утворення та ангідрити є літогенетичними «антиподами». Перші – пов'язані з трансгресивною, а другі – регресивною частинами седиментаційних циклів. Ґрунтуючись на вмісті у розрізах теригенно-глинистих та сульфатних порід, виділено дев'ять літологічних асоціацій (рис. 5), кожна з яких за співвідношенням вмісту вапняків, доломітів та мергелів складається з 4 типів літмітів. Загалом їх виділено 36, з яких у складі відкладів ейфельського віку встановлено лише 28.

Серед основних асоціацій за домінантним компонентом можна виділити 4 групи. Сульфатна – 7, 8 асоціації (XXV – XXIX, XXXI, XXXII літміти); карбонатна – 1, 2, 4 (II – IV, V, VII, VIII, XIII – XVI літміти); теригенна – 3, 6 (IX – XII, XXI, XXIV), змішана – 5, 9 (XVII, XIX, XX, XXXIII, XXXVI).

Побудовано п'ять літологічних перетинів (рис. 6).

У результаті встановлено, що ейфельська товща характеризується ярусною (циклічною) структурою. Це, передусім, полягає у розвитку чотирьох регіональних або субрегіональних пачок, складених лімітами сульфатної групи, які фіксують регіональні регресивні епізоди і простежені практично по всій території досліджень. Подібного типу будова відкладів характерна для формації Дюпероу [Sen et al., 2006].

У такому разі виявлено декілька особливостей. По-перше, це злиття (об'єднання) цих чотирьох пачок у розрізі св. Білоліська-1 (перетини II–II, III–III), першої та другої у розрізі св. Жовтоярська-1 (перетин IV–IV).

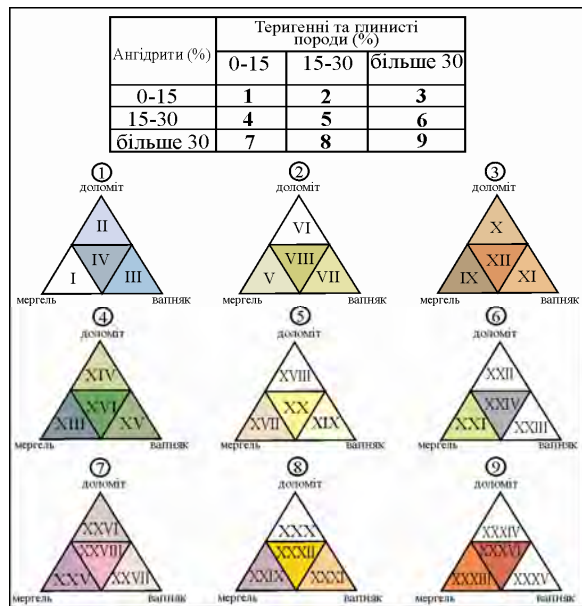


Рис. 5. Літологічна класифікація відкладів ейфельського віку
Fig. 5. The lithological classification of Eifelian deposits

По-друге, це виклинювання нижньої (I) сульфатної пачки (перетини I–I, II–II, V–V) у північно-західних та східних ділянках Білоліського блоку (св. Розівська-1, Ярославська-1, Балабанівська-1). По-третє, це поява у склепінні Східносаратської структури локальної сульфатної пачки (Ia), яка різко виклинюється у західному та східному напрямках (св. Східносаратська-5, перетин I–I), натомість з півночі на південь простягається через свердловини: Ярославська-1, Східносаратські-5, 1, 4 (перетин V–V).

Що стосується горизонтів, котрі розділяють сульфатні пачки, то вони складені переважно лімітами змішаної та карбонатної груп, які зазвичай розвинені локально, виклинюються та взаємозаміщуються. Характерною особливістю ейфельських відкладів є розвиток у їхній нижній частині доволі потужної (до 150 м) товщі літмітів теригенної та змішаної груп. На профілях наведені типові літологічні розрізи усіх встановлених літмітів.

Розглянемо принципові риси будови як сульфатних, так і розмежовуючих їх літологічних пачок.

Базальна (теригенна) пачка відрізняється регіональним поширенням у межах Білоліського блоку. Її потужність змінюється від 27 (св. Східносаратська-4) до 150 м (св. Зарічненська-1).

Спостерігаються певні варіації структури цієї пачки. Так, на перетині I–I теригенні літміти (XI, XII) домінують у його східній частині, у районі ж Саратської, Східносаратської структур будова пачки ускладнюється появою у її горішній частині літмітів карбонатної (XIII, XVI) та змішаної (XX, XXI) груп. Крім того, у св. Східносаратська-5 та Саратська-6 у підшовній та середній частинах розрізу зафіксовані локальні сульфатні літміти. Загалом потужність пачки зі сходу на захід зростає від 40 до 133–143 м.

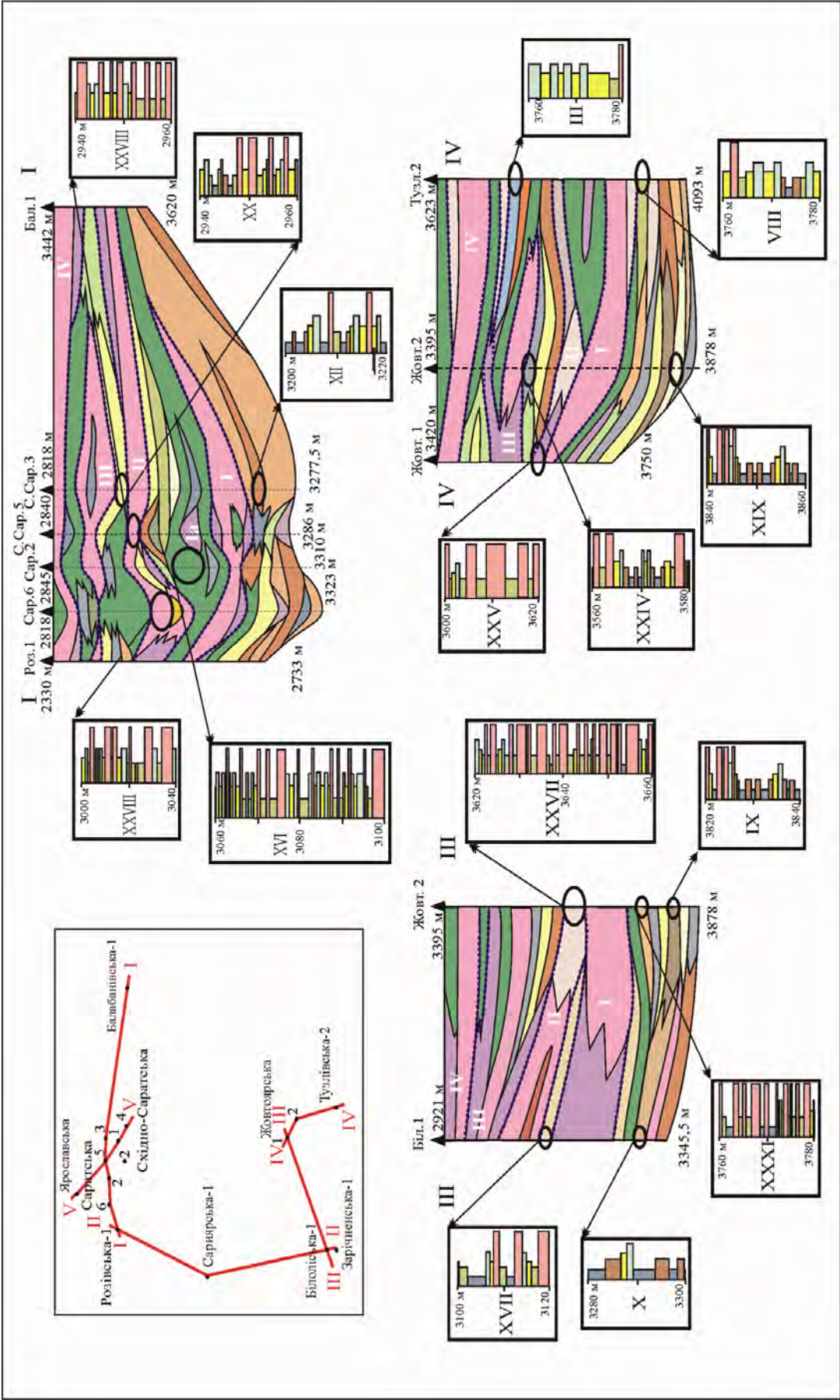
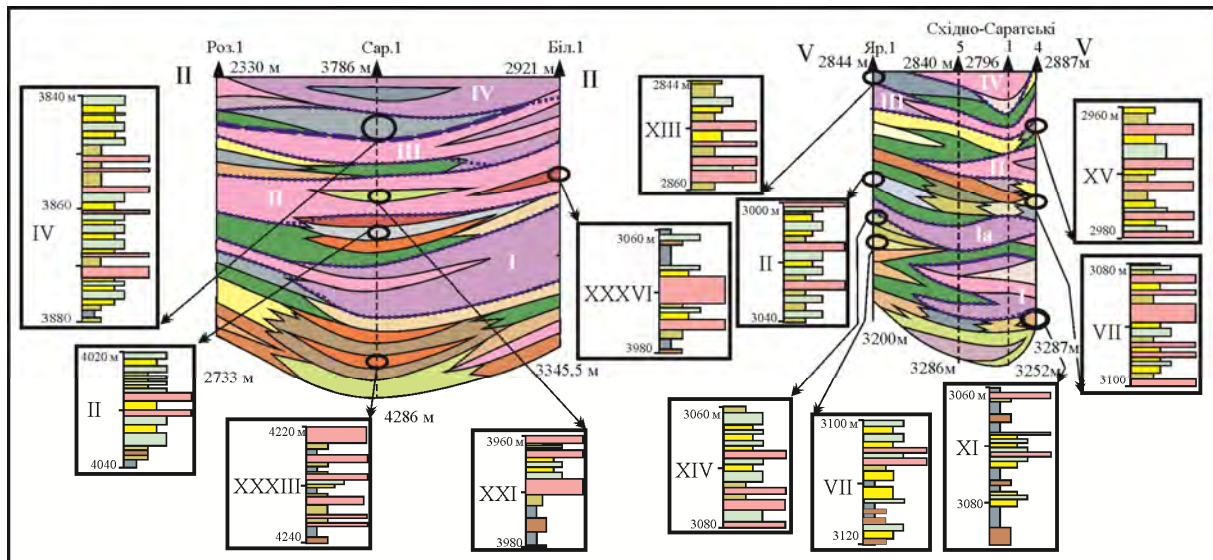


Рис. 6. Літологічні перетини відкладів ейфельського віку та літологічні розрізи основних типів літмітів.

Умовні позначення див. рис. 2 та 5

Fig. 6. The lithological sections of Eifelian deposits and lithologic sections of main types of lithmists



Продовження Рис. 6
Continuation Fig. 6

У південному напрямку (перетин П–П, св. Сариярська-1) доміантного значення у розрізі набувають літміти змішаної групи (XVII, XXI, XXXIII), які у св. Білоліська-1 частково заміщуються теригенними літмітами. Крім того, у низах товщі зафіксовано сульфатний літміт (XXVIII), а у верхах – карбонатний (XVI), які простежуються (перетин III–III) і у розрізі св. Жовтоярська-2, структура якого тут ускладнена появою ще одного сульфатного літміту (XXXI). Товщина базальної пачки змінюється у невеликих межах: 105–133 м.

У напрямку від св. Жовтоярська-2 до св. Жовтоярська-1 (перетин IV–IV) відбувається скорочення розрізу (потужність зменшується від 138 до 110 м) за рахунок виклинювання припідшовних літмітів, натомість решта особливостей структури пачки загалом зберігається. Останнє характерне і для св. Тузлівська-2, хоча, у цьому випадку, наявні певні фаціальні зміни. Так, верхній карбонатний літміт стає менш сульфатним і дещо більше теригенно-глинистим (XVI → VIII). Сульфатні ж літміти стають більш карбонатними, що фіксується зменшенням ролі мергелів та аргілітів та збільшенням – вапняків та доломітів (XXVII, XXIX → XXXI). Дещо змінюється і літологічний склад теригенних літмітів: зменшення сульфатності та зростання карбонатності (XXIV, IX → X, XII). Потужність пачки зменшується від 138 до 93 м.

На перетині V–V на фоні домінування теригенних літмітів у припокрівельній частині пачки, у св. Східносаратська-1 та 5 фіксуються карбонатні, а у припідшовній – сульфатні літміти. Характерно, що у св. Ярославська-1, у зв'язку з виклинюванням нижньої сульфатної пачки, базальні теригенні нашарування об'єднуються з вищезалігаючими теригенно-карбонатними утвореннями.

Сульфатна пачка I характеризується регіональним поширенням. Її немає лише у св. Ярославська-1,

Балабанівська-1. Її потужність змінюється від 20 до 120.

Пачка складена утвореннями 7-ї асоціації, які різняться за складом карбонатного компоненту. Майже на всій території розвинений XXVIII літміт, у складі якого за домінування ангідритів, у рівних кількостях співіснують мергелі, вапняки та доломіти. XXV літміт (переважають мергелі) спостерігається локально, тільки у районі св. Сариярська-1 та Білоліська-1 він повністю становить цю пачку. На південному крилі Східносаратської структури будова пачки ускладнена перешаруванням XXVIII, XXV, а також появою XXVII літміту, який характеризується домінуванням у складі карбонатних компонентів вапняків. Його потужність у св. 4 досягає 40 м.

Між сульфатними пачками I та II залягає товща, складена переважно літмітами карбонатної групи. Її потужність змінюється від 20 до 180 м. Товща виклинюється в напрямку св. Білоліська-1 та повністю зникає на Жовтоярській структурі. Максимального ж розвитку вона набуває у районі Саратської, Східносаратської структур. Крім того, тут у її середній частині встановлене локальне (товщина 20–40 м) сульфатне тіло (умовний індекс Ia), яке простягається від св. Ярославська-1 до св. Східносаратська-4, різко виклинюючись у східному та західному напрямках.

Доміантним літмітом у складі товщі є XVI, у якому в близьких співвідношеннях наявні мергелі, доломіти та вапняки, сумарний вміст яких становить 55–85 %. Будова товщі дещо ускладнена появою певних відмін карбонатних літмітів (з переважанням мергелів або вапняків), а також утворень теригенної та змішаної груп у розрізах св. Східно-Саратські-3 та 5. У районі структури Сариярська (перетин П–П) більша частина товщі складена лінзоподібним тілом (близько 60 м), яке у центральній частині представлене літмітом

карбонатної групи (з переважанням доломітів), що підстеляється і перекривається утвореннями змішаної групи. У генетичному плані це тіло можна розглядати як біогерму. Карбонатне тіло подібного типу (потужність 40–50 м) зафіксоване (перетини I–I, V–V) і на Східносаратській структурі (св. 1, 4, 5, частково Ярославська-1).

Сульфатна пачка II поширена у межах усього Білоліського блоку і її немає лише в розрізі св. Ярославська-1. Потужність її змінюється від 20 до 80 м. У більшості розрізів північної та східної частин території пачка складена XXVIII літмітом. У південній частині (Жовтоярська, Тузлівська площі) останній заміщується XXVII та XXVI літмітами, які характеризуються більшим вмістом вапняків та доломітів, відповідно.

Загалом будова пачки є доволі однорідною. Тільки у св. Саратські-2, 6 вона ускладнена появою локальних літмітів, дещо збагачених теригенним та карбонатним компонентами. Подібна картина спостерігається і у районі Сариярської та Білоліської площ.

II та III сульфатні пачки розділені товщею (потужність 20–60 м), яка складена переважно літмітами карбонатної та змішаної груп, які виявляють певні варіації латерального поширення. Так, останні від св. Балабанівська-1 у західному напрямку заміщуються карбонатним літмітом (XVI) з локальними вапняково-доломітовими тілами (св. Східносаратська-4, Саратська-2), а також базальними теригенними утвореннями (св. Розівська-1). У південному напрямку потужність товщі зменшується і вона повністю зникає у районі Білоліської структури (перетин II-II). Натомість знову фіксується на Жовтоярській площі, в межах якої літміти змішаної групи (св. 1) заміщуються теригенними нашаруваннями (св. 2, Тузлівська-2). У межах останньої завдяки виклинюванню III сульфатної пачки, її потужність досягає 80 м.

III сульфатна пачка відсутня лише у розрізі св. Саратська-6 та Балабанівська-1. Потужність пачки становить 20–80 м. Спостерігаються певні латеральні особливості її будови. Так, у північній частині території вона складена переважно XXVIII літмітом. У районі св. Східносаратська-3, де її потужність досягає 80 м, вона у середній частині містить лінзоподібне тіло літміту карбонатної групи (XIII). У південних районах пачка представлена вже утвореннями XXV літміту. Крім того, тут відбувається її виклинювання та розшарування карбонатними літмітами (св. Жовтоярська-2). У напрямку св. Тузлівська-2 її потужність зменшується з 60 до 20 м.

Вищеописана пачка перекрита переважно літмітами карбонатної групи потужністю зазвичай до 40 м. Здебільшого відклади представлені XVI літмітом, а в межах Саратської, Східносаратської структур відмічені локальні тіла IV, XIII, XV літмітів, які різняться за складом асоціації карбонатних порід. IV літміт зафіксовано також у

розрізі св. Сариярська-1. Літміти змішаної групи на фоні збільшення потужності (до 60 м) розвинені лише у св. Жовтоярська-1.

IV сульфатна пачка характеризується регіональним поширенням (потужність 20–60 м), вона відсутня лише у св. Ярославська-1 та Східносаратська-4. Пачка здебільшого представлена XXVIII і тільки на Білоліській та Сариярській структурах – XXV літмітом. У межах останньої в середній частині пачки розвинений локальний літміт (до 20 м) карбонатної групи (XIII).

Наукова новизна

Вперше здійснено детальне літологічне розчленування розрізів ейфельських відкладів та проведена їхня типізація. Побудовані літолого-фаціальні та літологічні моделі, які дали змогу з'ясувати просторово-вікові варіації літологічної структури осадових утворень ейфельського віку.

Практична значущість

Вивчення особливостей літологічної будови товщі, створення літолого-фаціальних та літологічних моделей сприятиме уточненню певних питань стратиграфічного характеру, з'ясуванню просторово-вікового поширення осадових тіл різного складу та генезису. Передусім це стосується вапняково-доломітових утворень, які становлять потенційні породи-колектори вуглеводнів. Усе це слугуватиме геологічною (літогенетичною) основою для обґрунтованішого прогнозу просторово-вікового поширення нафтогазоперспективних об'єктів.

Висновки

1. На основі вивчення літологічної будови відкладів ейфельського віку виділено шість типів їхнього розрізу, які характеризуються певною латеральною зональністю розвитку в межах Білоліського блоку Переддобрудзького прогину.

2. Літолого-фаціальні реконструкції показали, що ангідрити домінують у розрізах південно-західної, доломіти та вапняки північної та південної, мергелі та аргіліти центральної частин території.

3. Побудовано літологічні перетини, які показали ярусну структуру ейфельської товщі, що проявилось у розвитку чотирьох регіональних або субрегіональних сульфатних пачок, розмежованих теригенно-карбонатними утвореннями.

4. Встановлено лінзоподібний характер поширення осадових тіл різного складу, що дає змогу припускати можливість існування пасток вуглеводнів неантиклінального типу.

Література

Высоцкий И. В., Оленин В. Б., Высоцкий В. И. Нефтегазоносные бассейны зарубежных стран. М.: Недра, 1981. – 479 с.

- Гнідець В. П., Григорчук К. Г., Полухтович Б. М., Федішин В. О. Літогенез девонських відкладів Придобрудзького прогину (палеоокеанографія, седиментаційна циклічність, формування порід-колекторів). – К.: УкрДГРІ, 2003. – 96 с.
- Григорчук К. Г., Гнідець В. П., Баландюк Л. В. Літологія і седиментогенез майкопських відкладів Каркінітсько-Північнокримського осадовопородного басейну. Стаття 1. Літологічні комплекси та седиментологічна циклічність майкопських відкладів // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2009. – № 1. – С. 69–78.
- Карогадин Ю. Н. Седиментационная цикличность. – М.: Недра, 1980. – 242 с.
- Лукин А. Е. Ложные покрышки нефтяных и газовых залежей-потенциальный источник природного газа // Геол. Жур. – 2011. – № 4. – С. 14.
- Черепанов В. В., Гафаров Н. А., Карнаухов С. М., Керимов В. Ю. Углеводороды больших глубин – перспективное направление поисков и разведки в России // Сборник тезисов 1-й Международной конф. «Углеводородный потенциал больших глубин: энергетические ресурсы будущего – реальность и прогноз. – Баку, 2012. – С. 16–19.
- Anderson N. L., Brown R. J., Hinds C. Low- and high-relief Leduc Formation reefs; a seismic analysis // Geophysics, 1989, Vol. 54, pp. 141–1419.
- Atchley S. C., West L. W., Sluggett J. R. Reserves growth in a mature oil field: The Devonian Leduc Formation at Innisfail field, south-central Alberta, Canada // AAPG Bulletin. – 2006, Vol. 90, pp. 1153–1169.
- Cen X. C., Salad Hersi O. Sedimentology, Microfacies Analysis, and Depositional Setting of the Late Devonian Duperow Formation, Southeastern Saskatchewan // Saskatchewan Geological Survey Summary of Investigations, 2006, Vol. 1. – pp. 1–18.
- Hurley N. F., Lohmann K. C. Diagenesis of Devonian reefal carbonates in the Oscar Range, Canning Basin, Western Australia // Journal of Sedimentary Research, 1989, Vol. 59, pp. 127–146.
- Smart P. L., Whitaker F. F., Rostron B. J., Machel H. G. Numerical modeling of reflux dolomitization in the Grosmont platform complex (Upper Devonian), Western Canada sedimentary basin // AAPG Bulletin, 2003, Vol. 87, pp. 1273–1298.
- Weissenberger J. A.W., Potma K. The Devonian of western Canada — aspects of a petroleum system: Introduction // Bulletin of Canadian Petroleum Geology, 2001, Vol. 49, pp. 1–6.
- Wilson J. L. Carbonate facies in geologic history. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1975. 471 p.

В. П. ГНИДЕЦЬ, К. Г. ГРИГОРЧУК, Л. Б. КОШИЛЬ, Н. В. ЦИЖ, М. Б. ЯКОВЕНКО

Институт геологии и геохимии горючих ископаемых НАН Украины, 79060, г. Львов, ул. Научная, 3-а, тел. +38(032)2634161, эл. почта kosagri@ukr.net

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ И ЛИТОМОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЭЙФЕЛЬСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРЕДДОБРУДЖСКОГО ПРОГИБА

Цель. Основной целью данной работы является изучение литологических особенностей осадочного комплекса эйфельского возраста в пределах Белолесского блока Преддобруджского прогиба. **Методика.** Методика включает литолого-фациальный, литомологический и минералого-петрографический анализы. **Результаты.** Установлено, что литологическая структура разрезов эйфельских отложений представлена неравномерным переслаиванием сульфатных (ангидриты), карбонатных (известняки, доломиты, мергели) и терригенных (песчаники, алевролиты, аргиллиты) пород. Выделено шесть типов разреза отложений: доломито-известняково-ангидритовый, доломито (известняково)-мергельно-ангидритовый, аргиллито-мергельно-ангидритовый, ангидрито-известняково-доломитовый, доломито-ангидрито-известняковый, доломито-ангидрито-мергельный; которые характеризуются определенной латеральной зональностью распространения, что отражают построенные литофациальные модели. Так, ангидриты доминируют в разрезах юго-западной, доломиты и известняки северной и южной, мергели и аргиллиты центральной частей Белолесского блока. Детально изучены петрографические особенности основных типов пород. Построены литомологические профили, которые показали, что эйфельская толща характеризуется ярусным строением, что проявилось в развитии четырех региональных или субрегиональных сульфатных пачек, разделенных терригенно-карбонатными горизонтами. Выявлено региональное распространение базальной карбонатно-терригенно-глинистой толщи, которая представляет собой переходные слои от терригенных образований нижнего девона до сульфатно-карбонатных – среднего и верхнего девона. **Научная новизна.** Впервые построены литомологические разрезы эйфельских отложений и осуществлена их типизация. Построены литологофациальные и литомологические модели, которые позволили выяснить пространственно-временные вариации литомологической структуры осадочных образований эйфельского возраста. **Практическая значимость.** Изучение особенностей литомологического строения толщи, создание литологофациальных и литомологических моделей будет способствовать уточнению определенных вопросов стратиграфического характера, выяснению пространственно-временного развития осадочных комплексов разного состава и генезиса. Все это послужит геологической (литогенетической) основой для более обоснованного прогноза

распространения нефтегазоперспективных объектов, связанных в первую очередь с известняково-доломитовыми аккумулятивными телами.

Ключевые слова: Преддобруджский прогиб, Белолесский блок, эйфельские отложения, типы разреза, литофации, литмиты.

V. P. HNIDETS, K. H. HRYHORCHOOK, L. B. KOSHIL, N. V. TSYZH, M. B. YAKOVENKO

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the National Academy of Science of Ukraine, 79060, Lviv 3-a, Naukova Str., ph: +38(032)2634161, e-mail: kosagri@ukr.net

THE LITHOFACIES ZONALITY AND LITHMOLOGICAL STRUCTURE OF EIFELIAN DEPOSITS OF DOBRUDJA FOREDEEP

Purpose. The main purpose of this work is studying of lithology features of sedimentary complex of Eifelian age within Biloliskyi block of Dobrudja Foredeep. **Methods.** Methods include lithofacial, lithmological and mineralogy-petrographical analyses. **Results.** Lithology structure of sections of Eifelian deposits has been determined. It is presented with variable interlayering of sulphate (anhydrites), carbonate (limestones, dolomites, and marlstones) and terrigenous (sandstones, siltstones, argillites) rocks. Six types of deposit section have been distinguished: dolomite-limestone-anhydrite, dolomite (limestone)-marlstone-anhydrite, argillite-marlstone-anhydrite, anhydrite-limestone-dolomite, dolomite-anhydrite-limestone, dolomite-anhydrite-marlstone; which characterized by some lateral zonality of occurrence, that constructed lithologic models display. Thus, anhydrites dominate in the sections of south-western part, dolomites and limestones in the sections of northern and southern, marlstones and argillites in the sections of central part of Biloliskyi block. Regional distribution of basal carbonate-terrigenous-clayey measures, which represents intergrade layers from terrigenous deposits of Lower Devonian to sulphate-carbonate deposits of Middle and Upper Devonian, has been determined. Petrographic features of main types of rocks have been studied in detail. The lithmological sections have been done. They show that Eifelian strata is characterized by storied structure that developed in four regional and subregional sulphate bedsets, demarcated by terrigenous-carbonate horizons. **Scientific novelty.** For the first time lithologic sections of Eifelian deposits and their typification have been done. The lithofacies and lithmological models have been constructed, which allow turning out spatial-age variation of lithologic structure of sedimentary deposits of Eifelian age. **Practical significance.** Studying of features of lithologic structure of strata, making lithofacies and lithmological models will contribute to clarification of some stratigraphical questions, finding out spatial-temporal occurrence of sedimentary complexes of different composition and genesis sediments. All this serves for geologic (lithogenetic) basis for more reasonable prognosis of spatial-temporal occurrence oil and gas objects connected, first of all, with limestone-dolomite accumulated bodies.

Key words: Dobrudja Foredeep, Biloliskyi block, Eifelian deposits, types of section, lithofacies, lithmits.

REFERENCES

- Vysotskiy I. V., Olenin V. B., Vysotskiy V. I. *Neftegasonosnye bassejny zarubezhnyh stran* [Oil-and-gas bearing basins of foreign countries]. Moscow, Izd. Nedra, 1981, 479 p. (in Russian).
- Hnidets V. P., Hryhorchok K. H., Polookhtovych B. M., Fedyshyn V. O. *Litogenez devonskyh vidkladiv Prydobrudzkooho prohynu (paleookeanografija, sedymentatsijna tsyklichnist, formuvannja pored-kolektoriv* [Lithogenesis of Devonian deposits of Predobrudzian depression (paleoceanography, sedimentary cycle, formation of rocks-collectors)], Kyiv, *Ukrainskyi Derzhavnyi Heolohorozvidualnyi Instytut* [Ukrainian State Geological Prospecting Institute (UkrSGPI)], 2003, 96 p. (in Ukrainian).
- Hryhorchok K. H., Hnidets V. P., Balanuk L. V. *Litologija i sedymentogenez majkopskyh vidkladiv Karkinitsko-Pivnichnokrymskoho osadovo-porodnoho basejn* [Lithology and sedimentogenesis of Maykopian deposits of the Karkinitsko-Pivnichnokrymskyi sedimentary basin]. Article 1. Lithology complexes and sedimentology cyclicity of Maykopian deposits. *Heolohiya i heokhimiya horyuchykh kopalyn* [Geology and geochemistry of combustible minerals]. 2009, No. 1, pp. 69–78 (in Ukrainian).
- Karogin Yu. N. *Sedimentastionnaja tsyklichnost* [Sedimentation cycling], Moscow, Izd. Nedra, 1980, 242 p. (in Russian).
- Lookin A. E. *Lozhnye pokryshki neftjanyh I gazovyh zalezhej – potentsialnyj istochnik prirodnoho gaza* [False caprocks of oil and gas pools – potential source of natural gas]. *Geologicheskij Zhurnal* [Geological Journal]. 2011, No. 4, pp. 7–14 (in Russian).
- Cherepanov V. V., Gafarov N. A., Karnaukhov S. M., Kerimov V. Yu. *Uglerody bolshyh glubin – perspektivnoe napravlenie poiskov I razvedki v Rossii // Sbornik tesisov 1-j Mezhdunarodnoj konferentsii. Uglevodorodnyj potentsial bolshyh glubin: energeticheskie resursy budushchego – realnost I prognoz.* [Hydrocarbons of deep – prospect direction of exploring in Russia. Collected thesis 1st International conference Hydrocarbons potential of deep: energy resources of future – reality and prognosis], Baku, 2012, pp. 16–19 (in Russian).

- Anderson N. L., Brown R. J., Hinds C. Low- and high-relief Leduc Formation reefs; a seismic analysis. *Geophysics*, 1989, Vol. 54, pp. 1410–1419.
- Atchley S. C., West L. W., Sluggett J. R. Reserves growth in a mature oil field: The Devonian Leduc Formation at Innisfail field, south-central Alberta, Canada. *AAPG Bulletin*, 2006, Vol. 90, pp. 1153–1169
- Cen X.C, Salad Hersi O. Sedimentology, Microfacies Analysis, and Depositional Setting of the Late Devonian Duperow Formation, Southeastern Saskatchewan// *Saskatchewan Geological Survey Summary of Investigations*, 2006, Vol. 1, pp. 1–18.
- Hurley N. F., Lohmann K. C. Diagenesis of Devonian reefal carbonates in the Oscar Range, Canning Basin, Western Australia // *Journal of Sedimentary Research*, 1989, vol. 59, pp. 127–146.
- Smart P. L., Whitaker F. F., Rostron B. J., Machel H. G. Numerical modeling of reflux dolomitization in the Grosmont platform complex (UpperDevonian), Western Canada sedimentary basin. *AAPG Bulletin*, 2003, Vol. 87, pp. 1273–1298.
- Weissenberger J. A.W., Potma K. The Devonian of western Canada — aspects of a petroleum system: Introduction. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 2001, Vol. 49, pp. 1–6.
- Wilson J. L. Carbonate facies in geologic history. Springer, Berlin, Heidelberg, New York. 1975, 471 p.

Надійшла 03.02.2016 р.