

С. М. Стадніченко

ЛІТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГАЛОГЕННОЇ ТА ТЕРИГЕННОЇ ЧЕРВОНОКОЛІРНОЇ ФОРМАЦІЙ НИЖНЬОЇ ПЕРМІ ПІВДЕННО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

S. M. Stadnichenko

LITHOLOGICAL PECULIARITIES OF THE ROCK SALT AND RED TERRIGENOUS FORMATIONS OF SOUTH-EASTERN PART OF THE DNIEPER-DONETS DEPRESSION

На основі детального вивчення гранулометричного, мінерального складу, структури порового простору порід галогенної та червоноколірної теригенної (картамиської) формацій південно-східної частини Дніпровсько-Донецької западини в межах Кобзівської, Ланівської та Північноволвенківської структур із застосуванням прямих і непрямих методів встановлені їх літологічні особливості. Як результат галокатагенезу в поровому просторі порід виявлені такі мінеральні утворення: галіт, сильвін, доломіт, ангідрит, барит та целестин. Встановлено закономірність поширення продуктів галокатагенезу в породах з частинками алевритової та псамітової розмірності, що пов'язано із більшою проникністю порід для надходження високомінералізованих розсолів.

Ключові слова: галокатагенез, літологічні особливості, гранулометричний склад, мінеральні новоутворення.

На основании детального изучения гранулометрического, минерального состава, структуры порового пространства пород галогенной и красноцветной теригенной (картамышской) формаций юго-восточной части Днепровско-Донецкой впадины в пределах Кобзевской, Лановской и Североволвенковской структур с применением прямых и косвенных методов установлены их литологические особенности. Как результат галокатагенеза в поровом пространстве пород выявлены такие минеральные новообразования: галит, сильвин, доломит, ангидрит, барит и целестин. Установлена закономерность распространения продуктов галокатагенеза в породах с частичками алевритовой и псаммитовой размерности, что связано с большей проницаемостью пород для поступления высокоминерализованных рассолов.

Ключевые слова: галокатагенез, литологические особенности, гранулометрический состав, минеральные новообразования.

Based on a detailed study of particle size distribution, mineral composition, the structure of the pore space of rocks salt and red terrigenous (kartamysh) formations of south-eastern part of the Dnieper-Donets Depression within Kobzivska, Lanivska and Northvolvenkivska structures where determined their lithological peculiarities with the usage of direct and indirect methods. As a result of the galocatagenesis in the rocks pore space where identified such neogenic minerals: halite, sylvite, dolomite, anhydrite, barite, and celestine. For the rocks with prevalence of silt and psammite particles Have been specified the distribution regularity of the galocatagenetic minerals, that is connected with rocks greater permeability to high salinity brines inflow.

Keywords: galocatagenesis, lithological peculiarities, particles size distribution, neogenic minerals.

ВСТУП

Вивченню нижньопермських відкладів та пов'язаних з ними корисними копалинами присвячені роботи А. П. Феофілової, Г. В. Карпової, С. М. Кореневського, Л. П. Нестеренко, О. Ю. Лукіна, Д. П. Хрущова, В. О. Шумлянського, С. Б. Шехунової та ін.

Дослідження літологічних особливостей нижньопермських утворень Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), крім фундаментальних аспектів, має прикладне значення. Останнє, зокрема, полягає у встановленні структурно-текстурних властивостей порід, ступеня їх катагенетичних перетворень та пов'язаних з ними фізико-механічних властивостей порід, які визначають їх здатність відігравати роль колекторів, покришок при формуванні родовищ вуглеводнів.

У південно-східній частині ДДЗ була відкрита низка газових та газоконденсатних родовищ. Зокрема, промислова газоносність встановлена у відкладах P_1 ; слабкі припливи газу на Кобзівській площі при випробуванні картамиських відкладів були отримані з пласта алевроліту. В межах Ланівського газоконденсатного родовища продуктивними є пісковики формації (асельський ярус, картамиська світа); на Північноволвенківській площі промисловий приплив газу отриманий із пласта алевропісковіку (картамиська світа). Вищезазначене робить важливими й актуальними детальні комплексні літологічні дослідження порід формацій.

Мета роботи полягає у вивченні літологічних особливостей порід галогенної та червоноколірної теригенної (картамиської) формацій південно-східної частини ДДЗ в межах Кобзів-

ської, Ланівської та Північноволвенківської структур, які є перспективними на пошуки вуглеводнів. Шляхом вивчення їх гранулометричного, мінерального складу, структури порового простору із застосуванням прямих і непрямих методів.

Вирішувалися такі задачі: охарактеризувати структурно-текстурні особливості досліджуваних порід; встановити залежність між гранулометричним складом порід та асоціаціями аутигенних мінералів; охарактеризувати ступінь галокатагенетичних перетворень та їх вплив на колекторські властивості порід.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріалом для написання роботи стали дослідження порід з розрізів свердловин Кобзівської, Ланівської та Північноволвенківської структур південно-східної частини ДДЗ (теригенних прошарків слов'янської та микитівської світ, теригенних порід картамиської світи (асельський ярус нижньої пермі)) (рис. 1).

В адміністративному положенні Кобзівська структура знаходиться в Красноградському

районі Харківській області, в тектонічному плані належить до Кобзівсько-Мечебилівського антиклінального валу, по осі якого умовно трасується границя між південною прибортовою зоною та центральним грабенем. Розміри замкненої частини Кобзівського підняття (по ізогіпсі горизонту IV_{r2} – 3225 м) 8,5×3,2 км, вертикальна амплітуда складає більше 60 м. Структурно-тектонічна будова цього району характеризується наявністю значних за розмірами як позитивних, так і негативних плікративних форм, природа яких генетично пов'язана, як із загально-тектонічними рухами, так і з проявами соляного тектогенезу.

Ланівська площа розташована в Карлівському і Красноградському районах Полтавської та Харківської областей на відстані 7 км від м. Красноград. У тектонічному відношенні вона знаходиться в центральній частині приосьової зони ДДЗ. У відкладах пермі структура є антикліналлю південно-східного простягання, розташованою під козирком Верхньоланнівського соляного штоку. Північно-західна частина підняття зруйнована діпіром. Розміри структу-

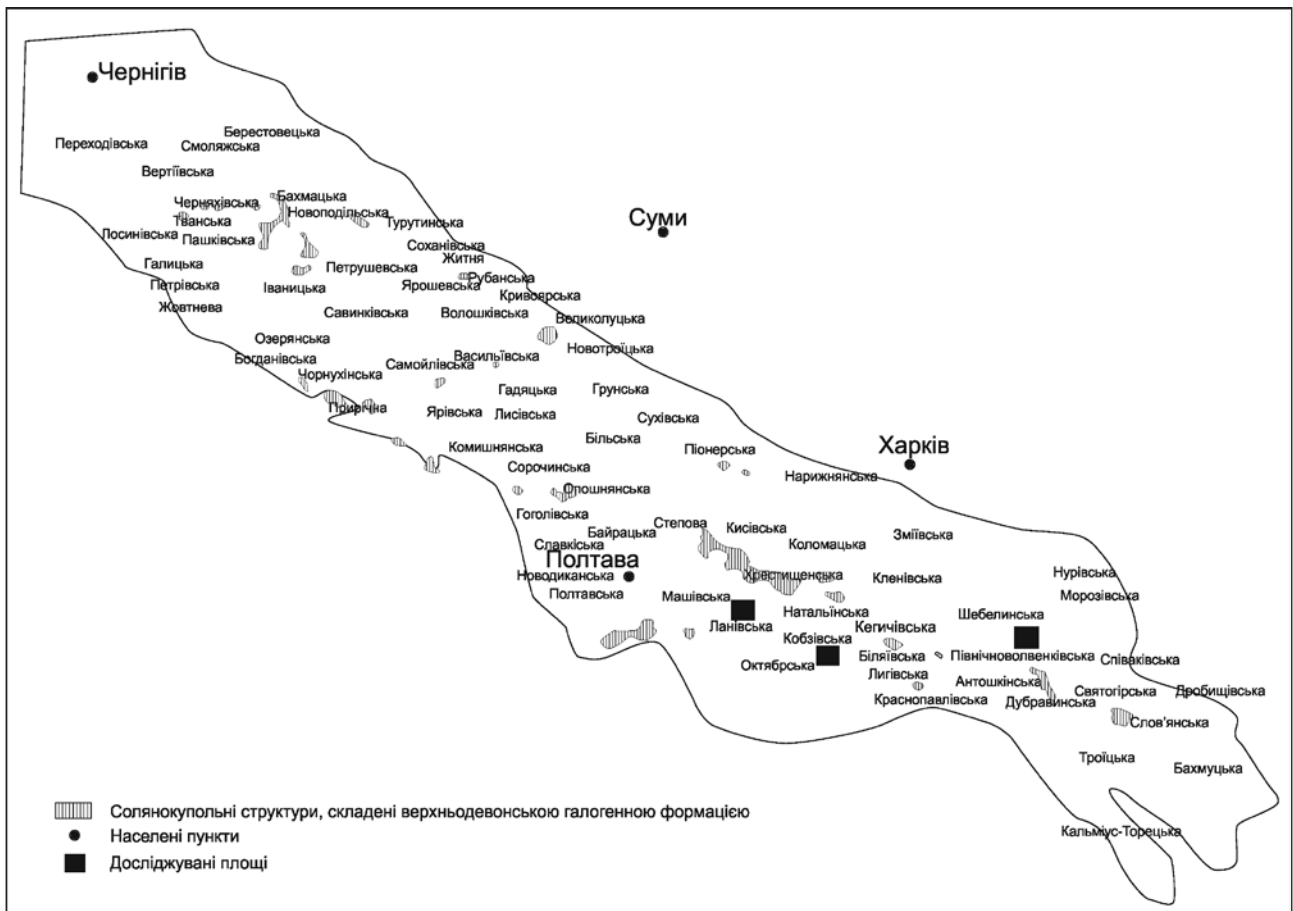


Рис. 1. Схема розташування досліджуваних площ Кобзівської, Ланівської та Північноволвенківської (карта розповсюдження нижньопермської галогенної та теригенної червоноколірної формацій ДДЗ [4])

ри по покрівлі горизонту А-8 у межах ізогіпси –3500 м 4,3×3,1 км, амплітуда 310 м. Поклади газу пластові, склепінні літологічно обмежені, екрановані з північного заходу сіллю діапіра. Колекторами є пісковики з невисокими ємнісними властивостями. Найбільш витриманими з них є пісковики горизонту А-8.

Адміністративно Північноволвенківська площа належить до Балаклійського району Харківської області. В тектонічному відношенні площа розташована на західному замиканні Співаківсько-Дробишівського валу, має розвиток значна по площі та амплітуді Північноволвенківська антикліналь, виявлена картуванням по відкладах палеозою та низів мезозою. Вище по розрізу структура втрачає свою виразність і на рівні крейди на її місці фактично картується монокліналь.

В межах досліджуваних площ нижньопермський комплекс з кутовим та стратиграфічним неузгодженням залягає на кам'яновугільних відкладах. Теригенна червоноколірна (картамиська) формація нижньої пермі складена теригенними утвореннями піщано-глинистого складу — аргілітами, аргілітоподібними глинами, пісковиками та алевролітами з підпорядкованими шарами теригенно-карбонатних та теригенно-сульфатних порід; утвореннями континентальних, перехідних та морських фацій. Потужність формації від 340 м на Кобзівській площі до 800 м на Ланівській. На теригенній червоноколірній формації з трансгресивним неузгодженням залягає галогенна. Нижньопермська галогенна формація поділяється на дві субформації: соленосну (микитівська і слов'янська світи) і калій-магнієносну (краматорська світа). Соленосна субформація представлена чергуванням пластів кам'яної солі, вапняків, аргілітів, мергелів, ангідритів, галопелітів. Загальна потужність галогенної формації від 500 м на Північноволвенківській площі до 1580 м на Кобзівській площі. На розмитій поверхні палеозою з кутовим та стратиграфічним неузгодженням залягає дронівська світа триасової системи [1, 7].

Дослідження структурно-текстурних властивостей порід виконувались з використанням прямих і непрямих методів. За допомогою прямих методів визначені загальні особливості морфології та розмірностей частинок порід, структура порового простору та ступінь катагенетичних перетворень (скануючий електронний JEOL-6490 LV з енергодисперсійною

приставкою INCA Energy+ та поляризаційний мікроскопи). Для вивчення гранулометричного складу порід був використаний непрямий метод (лазерний аналізатор розміру частинок Mastersizer 2000, Malvern Instruments, UK).

Дані дослідження дозволяють встановити залежність між гранулометричним складом теригенних порід та сформованими в них асоціаціями аутигенних мінеральних утворень та визначити особливості проявів катагенетичних змін порід формацій.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

За результатами досліджень гранулометричного складу, відповідно до класифікації осадових породних груп за В.М. Швановим, В.Т. Фроловим та Е.І. Сергєєвою (1998) [6], в межах Кобзівської площі (св. 50) породи теригенних прошарків слов'янської та микитівської світ представлені пелітами (64%) та алеврито-пелітовими утвореннями (36%); теригенні відклади картамиської світи складені пісковиками тонкозернистими, алевритистими (19%); алевролітами тонкозернистими, глинистими (17%), пелітами (52%), а також алеврито-пелітовими утвореннями (14%). На рис. 2 представлені результати вивчення структурно-текстурних особливостей будови порід (літологічні колонки досліджуваних свердловин побудовано за описом кернового матеріалу та інтерпретації даних ГДС).

В межах Ланівської площі (св. 305) породи картамиської світи представлені пісковиками алевритистими (20%), алевритами глинистими (36%) та пелітами (44%) (рис. 3).

В межах Північноволвенківської площі породи картамиської світи представлені дрібно- та тонкозернистими пісковиками (12%), дрібнозернистими алевритами (15–20%), глинами (58%) та алеврито-пелітовими перешаруваннями (10–15%) (рис. 4).

Структурно-текстурні особливості будови порід та їх речовинний склад значною мірою визначають такі характеристики порід, як пористість, проникність та насиченість пластовими флюїдами. Гранулометричний склад порід є класифікаційним параметром, який дає вихід на літолого-фаціальні умови осадконакопичення та оцінку колекторських властивостей порід.

Структура пустотного (порового) простору характеризує взаємне розташування пустот, розміри, особливості їхньої внутрішньої будови. Від цього фактора найбільш істотно залежить одна

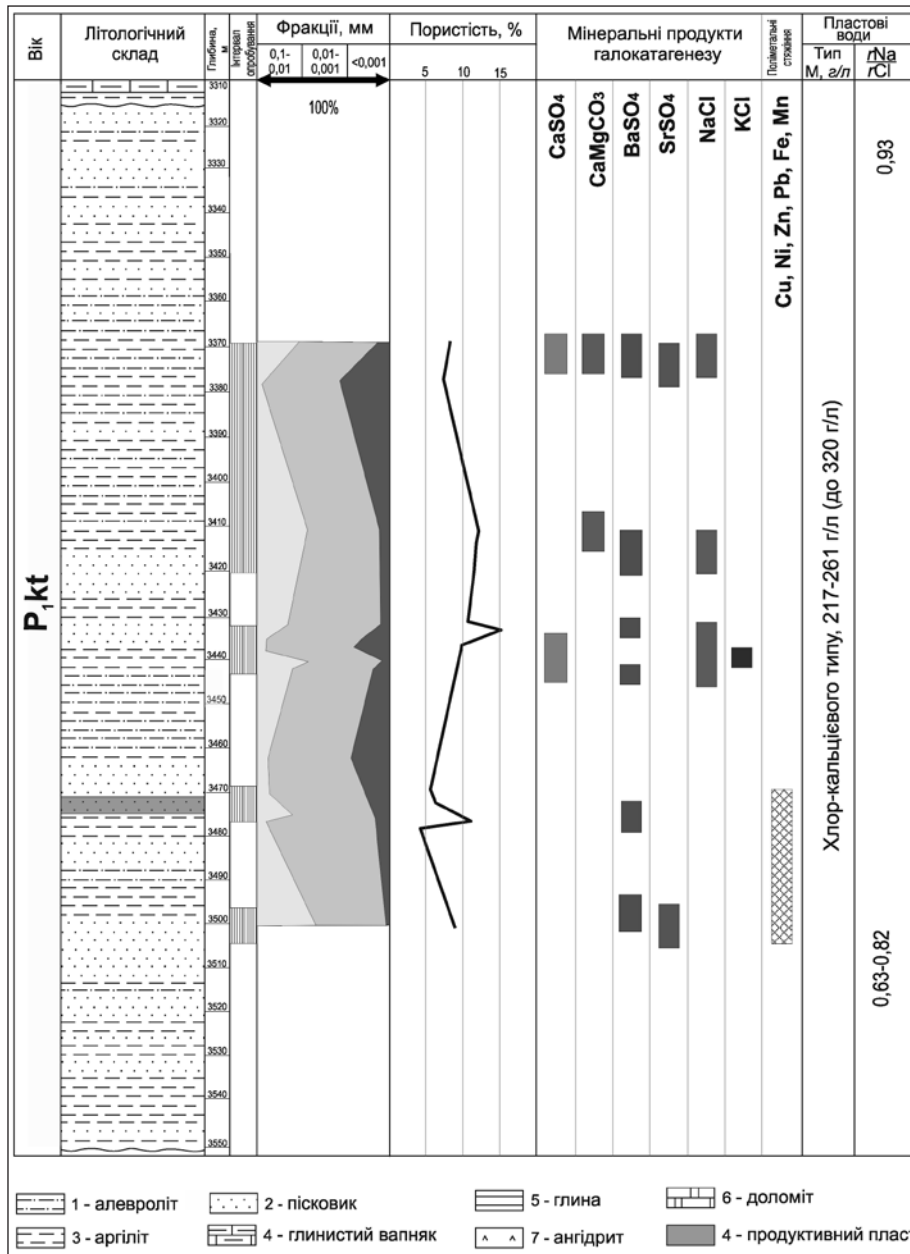


Рис. 2. Характеристика речовинного складу порід нижньопермської картамиської червоноколірної формації, відкритих св. Кобзівська-50 в інт. 3310–3550 м

з найважливіших властивостей колекторів — проникність. Структура впливає на характер розташування вуглеводнів в пласті і навіть на їх кількість. Структура порід залежить від способу розташування матеріалу, характеру і ступеня його перетворення, кількості, характеру і розподілу цементу [2, 6].

Найпоширеніший тип порід — червоноколірні тонкозернисті алевропісковики та аргіліти. Сіроколірні породи складають не більше 10%. Породи характеризуються різним ступенем сортованості. Форма уламкових зерен напівобкатана, частина уламків кварцу кутаєста. Майже 40% порід розрізу містять субгоризонтальні мікропрошарки галіту, ангідриту, бариту, мають

ділянки з карбонатним та сульфатним цементом [9]. Найбільш характерною текстурою порід є горизонтальна (смуриста) шаруватість у дрібнозернистих пісковиках і алевролітах, хвиляста і лінзоподібна у алевролітах та плямиста — в аргілітах (аргілітоподібних глинах). Уламкова частина порід представлена кварцом, польовими шпатами, каолінітом, ілітом (розвинувся по алюмосилікатах); цемент порід іліт-хлоритовий з гідроксидами заліза; акцесорні мінерали — циркон, монацит, апатит.

В породах картамиської формації в алевролітах та алевропісковиках — поровому (міжзерновому, мікротріщинному) просторі виявлено

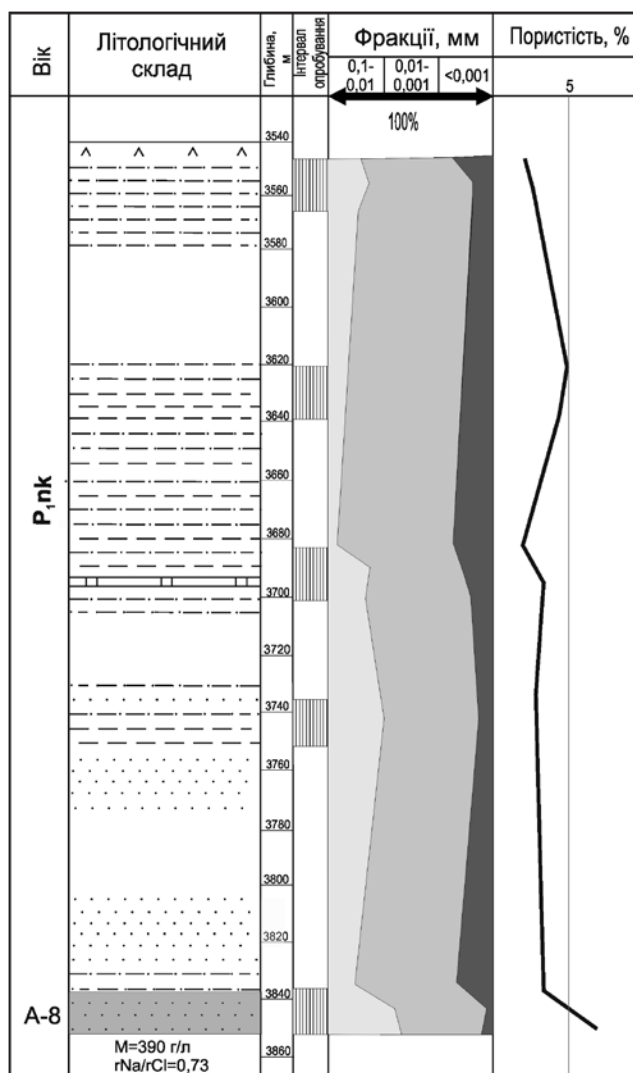


Рис. 3. Характеристика речовинного складу порід нижньопермської галогенної формації, відкритих св. Ланівська-305 в інт. 3540–3846 м (умовні позначення див. на рис. 2)

такі аутигенні утворення (продукти галокатагенезу): галіт і навіть сільвін, доломіт, ангідрит, барит та целестин (рис. 5).

Ангідрит та карбонати іноді зонально розташовуються у пустотному просторі. Як правило, ангідрит виповнює зовнішню частину пор, а добре розкристалізовані ромбодри доломіту тяжіють до центральних частин (рис. 5, а).

Доломіт представлений у вигляді кристалів, що виповнюють міжзерновий простір (рис. 5, б).

Барит і целестин у вигляді кристалів у міжзерновому просторі та в глинистій матриці (як

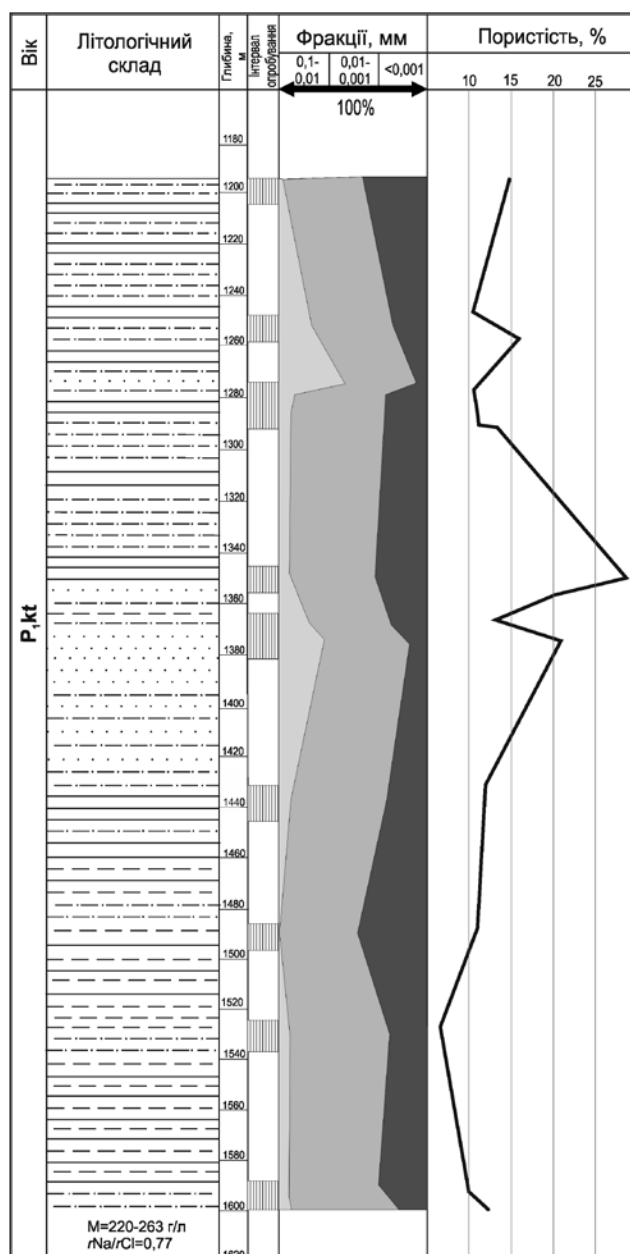


Рис. 4. Характеристика речовинного складу порід нижньопермської картамиської червоноколірної формації, відкритих св. Північноволенківська-54 в інт. 1195–1600 м

результат взаємодії глинистих мінералів із перенасиченими BaSO₄ та SrSO₄ розчинами) (рис. 5, в, г).

Галіт утворює субгоризонтальні невитримані мікропрошарки, складені агрегатами з добре розвиненими кубічними та октаедричними гранями, їх комбінаціями, або виповнює пори, утворюючи безформні маси та/або окремі кристали правильної форми. В морфології виявлених новоутворень галіту спостерігаються пустоти, що, імовірно, були виповнені сільвіном або іншим легкорозчинним мінералом (рис. 5, д).

Сильвін встановлено лише на Кобзівській площі в алевроаргіліті з інт. 3434–3442 м (св. Кобзівська-50) у алевритистих прошарках, де він утворює безформні скупчення у міжзерновому просторі. При дослідженні на електронному мікроскопі добре видно, що галіт і сильвін виповнювали міжзерновий простір останніми (рис. 5, д).

Серед виявлених катагенетичних процесів: окварцювання, каолінізація, гідрослюди-зація та хлоритизація. На рис. 5 представлені новоутворені текстуровані полікристали каолініту, що сформувались в останню фазу епігенезу після кварцу та галіту (рис. 5, е), ідіоморфні кристали кварцу та лусочки хлориту (рис. 5, є), гідрослюдисті агрегати (рис. 5, ж), що виповнюють пори і пустоти досліджуваних порід [3]. Дані процеси призводять до перебудови структури порового простору і можуть впливати на зміну фільтраційно-ємнісних властивостей порід продуктивних товщ.

За А. А. Махначем (2000) катагенетичні зміни, що відбуваються в результаті надходження розсолів у над-, між- та підсоленосні відклади об'єднано поняттям галокатагенез [5]. Як відомо в ДДЗ розвинені дві галогенні формації (верхньодевонська франська та нижьопермська асельсько-сакмарська), їх присутність в розрізі осадової товщі суттєво впливає на хімічний склад підземних вод (загальну мінералізацію, концентрації мікро- та макроелементів). В межах досліджуваних площ пластові води нижьопермських відкладів представлені високомінералізованими, переважно хлоркальцієвими розсолами (217–264 г/л), максимальна їх мінералізація (до 320 г/л) пов'язана із зонами поширення галогенних відкладів (штоків), в міру занурення порід відношення rNa/rCl знижується від 0,93 до 0,72 (див. рис. 2–4). У розсолах вилуговування галіту rNa/rCl досягає 0,99. На ділянках поширення гіпсів і ангідритів зустрічаються розсоли з підвищеним змістом сульфатів. Вертикальна гідродинамічна та гідрохімічна зональність порушується в районах розвитку солянокупольних структур [1, 8].

Виявлено найбільш значний розвиток мінеральних продуктів галокатагенезу у верхній частині розрізу картамиської світи (св. Кобзівська-50), в напрямку вниз по розрізу їх загальна кількість зменшується (рис. 2). В той же час поліметалічні стяжіння мають найбільший розвиток в нижній частині досліджуваного розрізу

(св. Північноволвенківська-54 (інт. 1433–1533 м), св. Кобзівська-50 (інт. 3470–3510 м)), що може бути результатом надходження розсолів з нижчезалягаючих товщ.

Крім того виявлені поліметалічні стяжіння (свинцю, міді, нікелю та марганцю) в глинистій матриці, що також інтерпретується як результат галокатагенезу (розсольний рудогенез). Виявлені скупчення дисульфіду заліза представлені фрамбоїдами розміром до 0,01 мм, які утворюють псевдоморфози по органічних рештках.

Встановлено закономірність поширення продуктів галокатагенезу в породах з частинками алевритової та псамітової розмірності, що пов'язано із більшою проникністю порід для надходження високомінералізованих розсолів.

До вивчених катагенетичних процесів, які позитивно впливають на колекторські властивості порід, відносяться перекристалізація, метасоматична доломітизація, карст і тріщиноутворення, до негативних — геостатичне ущільнення і мінералоутворення в пустотному просторі.

Таким чином, детальні дослідження літологічних особливостей порід формацій дозволять встановити ступінь їх катагенетичних перетворень і оцінити вплив процесів галокатагенезу на зміну їх фільтраційно-ємнісних властивостей.

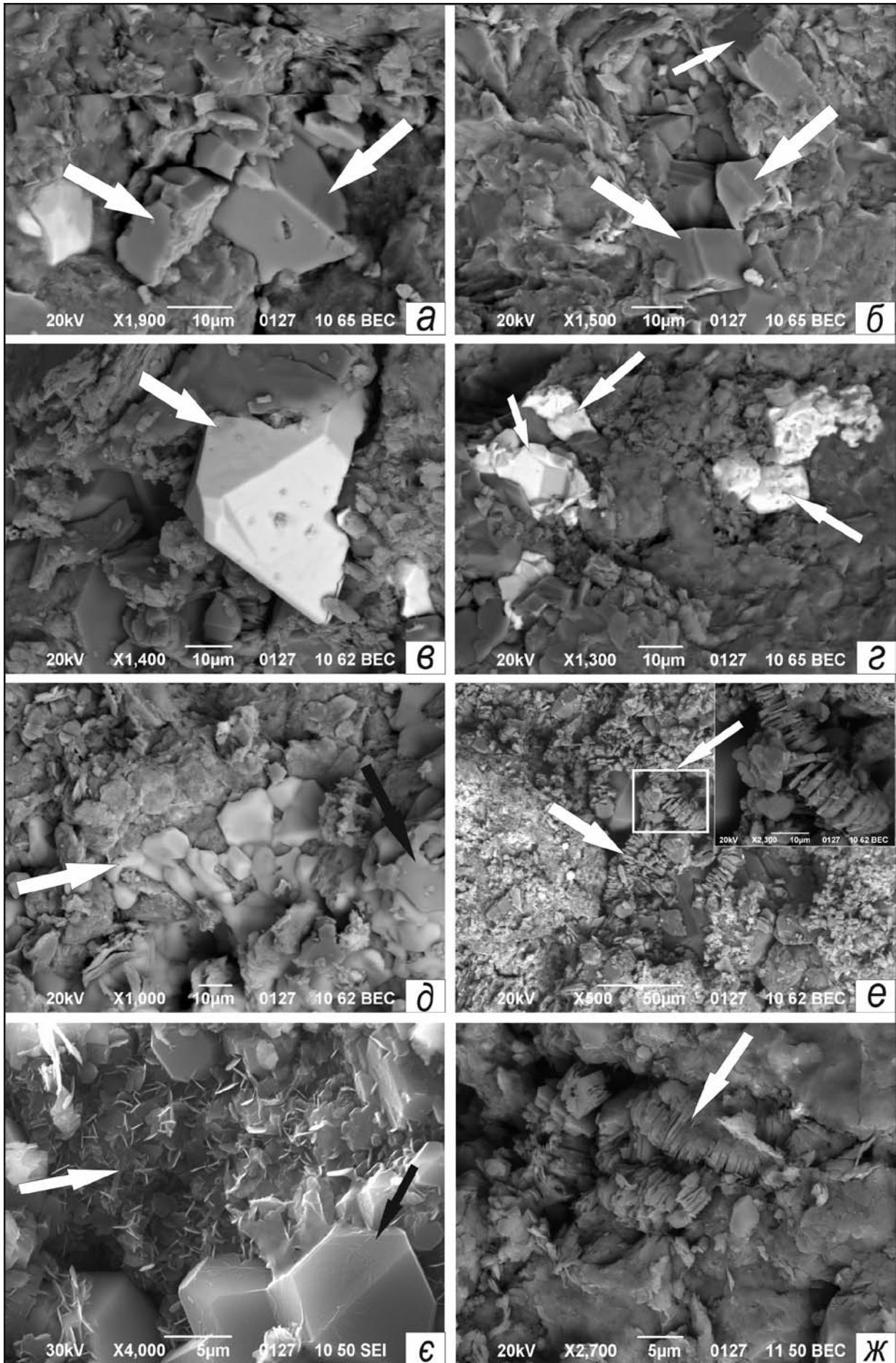
ВИСНОВКИ

Виконано дослідження літологічних особливостей теригенних прошарків галогенної (микитівська та слов'янська світи) формації та теригенних порід червоноколірної (картамиської) формації південно-східної частини ДДЗ.

За результатами гранулометричних аналізів породи теригенних прошарків слов'янської та микитівської світи представлені пелітами (64%) та алеврито-пелітовими утвореннями (36%); теригенні відклади картамиської світи складені пісковиками тонкозернистими, алевритистими (12–20%); алевролітами тонкозернистими, глинистими (15–36%), пелітами (44–58%), а також алеврито-пелітовими утвореннями (15%)

Дані дослідження дозволили провести кореляцію між розмірами частинок (зерен) порід та асоціаціями аутигенних мінеральних утворень, встановити особливості проявів катагенетичних (галокатагенетичних) змін порід формацій залежно від їх гранулометричного складу.

Встановлено закономірність поширення продуктів галокатагенезу в породах з частин-



◀ Рис. 6. Електронномікроскопічні знімки мінеральних новоутворень

а — ангідрит, св. Кобзівська-50 (12/1) (гл. 3369–3373 м, алевроаргіліт червоноколірний); б — доломіт, св. Кобзівська-50 (12/1) (гл. 3369–3373 м, алевроаргіліт червоноколірний); в — барит, Кобзівська-50 (15/1) (гл. 3434–3442 м, пісковик червоноколірний, дрібнозернистий); г — целестин, св. Кобзівська-50 (12/1); д — галіт (біла стрілка), сильвін (чорна стрілка) св. Кобзівська-50 (15/3) (гл. 3434–3442 м, пісковик дрібнозернистий червоноколірний); е — новоутворені текстуровані полікристали каолініту в міжзерновому просторі, Кобзівська-50 (15/1); є — хлорит залізистий (біла стрілка), утворення ідіоморфного кварцу (чорна стрілка), св. Кобзівська-50 (15/1); ж — гідрослюдястий агрегат, св. Кобзівська-50 (14/1) (гл. 3412–3416 м, пісковик дрібнозернистий червоноколірний)

ками алевритової та псамітової розмірності, що пов'язано із більшою проникністю порід для надходження високомінералізованих розсолів.

Як результат галокатагенезу в поровому просторі порід виявлені такі мінеральні утворення: галіт, сильвін, доломіт, ангідрит, барит та целестин.

Виявлені рудні (поліметальні) стяжіння (свинцю, міді, нікелю та марганцю) в глинистій матриці порід як результат сорбції глинистими мінералами рудних елементів (титан, циркон, частково барій, хром) та металів (ванадій, нікель, скандій, церій, лантан, ітрій, ітербій) та/або їх хімічного осадження (марганець, стронцій, барій), мідь в основному шляхом хімічного осадження (розсольний рудогенез).

Встановлені катагенетичні процеси окварцювання, каолінітизації, гідрослюдизації та хлоритизації, що також суттєво впливають на проникність порід нафтогазоносних товщ.

Найбільш поширені мінеральні новоутворення у верхній частині розрізу картамиської світи, що ми пов'язуємо із безпосередньою близькістю галогенних відкладів. Поліметалічні стяжіння виявлені в нижній частині розрізу (картамиська світа) досліджуваних свердловин, що може бути результатом надходження розсолів з нижчезалягаючих товщ.

1. *Атлас родовищ нафти і газу України* / Гол. ред. М. М. Іванюта. — Львів: «Центр Європи», 1998. — Т. 3.
2. *Бурлин Ю. К., Конюхов А. И., Карнюшина Е. Е.* Литология нефтегазоносных толщ [Текст] : Учеб. пособие для вузов. — М.: Недра, 1991 — 286 с.
3. *Карпова Г. В.* Глинистые минералы и их эволюция в терригенных отложениях. — М.: Недра, 1972. — 174 с.
4. *Лобасов О. П., Сюмар Н. П., Шехунова С. Б.* Побудова та аналіз літолого-фаціальної моделі нижньопермської соленосної формації Дніпровсько-Донецької западини засобами ГІС // 36. матеріалів міжнар. наук. конф. «Сучасні проблеми літології осадових басейнів України та суміжних територій». — К., 2010. — С. 42–43.
5. *Махнач А. А.* Стадиальный анализ литогенеза. — Минск: Изд-во БГУ, 2000. — 255 с.
6. *Систематика и классификации осадочных пород и их аналогов* / В. Н. Шванов, В. Т. Фролов, Э. И. Сергеева и др. — СПб.: Недра, 1998. — 352 с.
7. *Стратиграфія УРСР*. — Киев: Наук. думка, 1970. — 199 с.
8. *Шестопалов В. М., Негода Г. М., Моисеева Н. П.* Формування мінеральних вод України. — К.: Наук. думка, 2009. — 312 с.
9. *Шехунова С. Б., Шевченко О. А., Мачуліна С. О.* Літологічні особливості порід терригенної червоноколірної (картамиської) формації (південно-східна частина Дніпровсько-Донецької западини) // 36. наук. пр. ІГН НАН України «Сучасні проблеми літології та мінерагенії осадових басейнів України та суміжних територій». — К., 2008. — С. 216–223.

Інститут геологічних наук НАН України, Київ
E-mail: stadnik_sm@ukr.net

Рецензент — док. геол. наук С. Б. Шехунова