

УДК 552.51:553.981 (477.5)

В. В. МАКОГОН, канд. геол. наук, завідувач сектору (Український державний геологорозвідувальний інститут), vlvlm@ukr.net, ORCID-0000-0001-5810-517X

# ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ВТОРИННИХ ТЕРИГЕННИХ КОЛЕКТОРІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ НА ВЕЛИКИХ ГЛИБИНАХ

У статті викладено результати комплексних літологічних і лабораторних досліджень нижньокам'яновугільних теригенних відкладів центральної частини ДДЗ. Охарактеризовано природу та особливості вторинних перетворень піщаних колекторів різного генезису. Зроблено висновки про роль різних чинників у формуванні порожнинного простору досліджуваних порід.

**Ключові слова:** Дніпровсько-Донецька западина, теригенні відклади, колектор, пористість, вторинні перетворення.

V. V. Makogon, Ukrainian State Geological Research Institute, vlvlm@ukr.net, ORCID-0000-0001-5810-517X

SOME PECULIARITIES OF SECONDARY TERRIGENOUS RESERVOIRS OF THE CENTRAL PART OF DDB ON LARGE DEPTHS

The article presents the results of complex lithological and laboratory studies of the Lower Carboniferous terrigenous deposits of the central part of the DDB. The facts demonstrate the existence of rocks with improved filtration-capacitance properties at depths where, according to traditional concepts, the void space of the reservoirs is strongly reduced. The nature and features of secondary transformations of sand reservoirs of different genesis are characterized. Specific examples show the existence of an epigenetically conditioned stratification of sandy strata similar in facies and genetic features. Typical features of the void space of the secondary reservoir are illustrated electron microscopy. Conclusions are drawn about the influence of various factors on the formation of the void space of the rocks under study. The leading role played by secondary pores leaching sedimentation and diagenetic cement and mineral sandstones frame. An important criterion for the improved permeability and porosity of clastic rocks is the development of microcracks.

**Keywords:** Dnieper-Donets Basin, terrigenous deposits, reservoir, porosity, secondary transformations.

В останні роки в центральній частині Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) було відкрито нові газові (газоконденсатні) поклади на глибинах понад шість кілометрів, що знову привернуло увагу до питання газоносності великих глибин. Водночас однією з головних проблем у вирішенні цього питання є прогнозування зон розвитку порід-колекторів. Результати досліджень на відомих родовищах засвідчують можливу наявність порід з прийнятними ємнісно-фільтраційними властивостями (ЄФВ) на глибинах і в умовах, де згідно з традиційним уявленням порожнинний простір зберігатися не може.

Давно відома загальна закономірність, яка полягає в тому, що зі збільшенням глибини залягання порід їхні пористість і проникність поступово знижуються, щільність зростає. Характер і швидкість епігенетичних трансформацій у породах залежать від багатьох чинників. Теригенні уламкові породи за своєю природою є дуже неврівноваженими за фізико-хімічними властивостями та мінералогічним складом утвореннями [1].

Загалом інтенсивність процесу ущільнення різних порід зумовлюється сумарним впливом мінерального й гранулометричного складу порід, формою зерен, наявністю тонкодисперсного матеріалу в міжзерновому просторі. Уже давно відомим є факт складного характеру розподілу ємнісно-фільтраційних властивостей в осадовому чохлах, наявності відхилень за загальної тенденції зменшення пористості з глибиною та факт того, що на великих глибинах є не тільки тріщинні колектори, а й вториннопоріві, пов'язані насамперед з гіпогенними процесами. До структурно-текстурних змін гіпогенного епігенезу, що поліпшують ЄФВ теригенних порід, належать формування стилолітів, тріщин, децементация та формування вторинної пористості [2].

Первинна міжзернова пористість як ємність на великих глибинах має суто реліктовий характер. Порожнинний про-

стір глибокозанурених теригенних колекторів у переважній більшості є вторинним, неодноразово переформованим, утвореним завдяки розвитку тріщинуватості та інтенсифікації постседиментаційних процесів глибинного гідротермального генезису. Це сприяє збільшенню відкритої ємності внаслідок корозії уламкового матеріалу, утворення пор у нестійких мінеральних зернах, міжуламковому просторі та цементі. Міцний кварцитопіщаний каркас забезпечує збереження вторинної пористості на великих глибинах [4].

Для вивчення особливостей формування й розподілу вторинних теригенних колекторів на великих глибинах ми проаналізували результати комплексних досліджень верхньовізейсько-турнейських пісковиків за керном глибоких свердловин низки газоконденсатних родовищ центральної частини ДДЗ. Комплекс поєднував макроскопічне вивчення керна, петрографічні дослідження шліфів, рентгеноструктурний аналіз та електронну мікроскопію, петрофізичні дослідження.

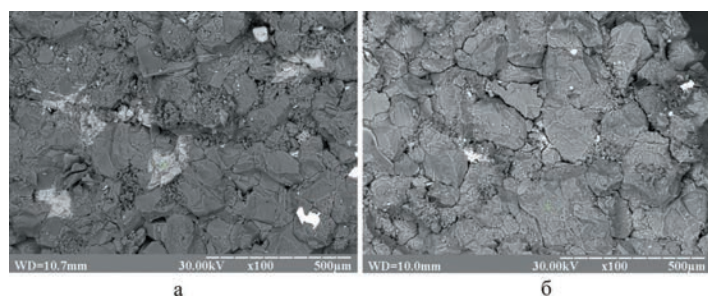
Загалом встановлено, що немає суттєвих зв'язків між гранулометричними характеристиками уламкового матеріалу та пористістю порід, що свідчить про переважання вторинних чинників у процесі формування порожнинного простору глибокозанурених порід [3]. Але вплив медіанних розмірів уламкових зерен на газопроникність є, оскільки розвиток порожнин здебільшого відбувається під час руху газофлюїдних потоків фільтрувальними каналами і мікротріщинами, успадкованими від структурних особливостей первинної породи. Петрографічні шліфи пісковиків мають деякі вади, зумовлені, зокрема, певною гранулометричною недостовірністю через наявність випадкових зрізів уламкових зерен. Це дещо знижує достовірність висновків щодо справжнього розподілу гранулометричних фракцій у породі. У цьому плані досить наочними є електронно-мікроскопічні знімки уламків порід у разі невеликих збільшень.

Досліджувані пісковики різняться за гранулометричним складом (від дрібно- до крупнозернистих), текстурними особливостями, типом та складом цементу, мають олігоміктвий та майже мономіктвий кварцовий склад. Головні відмінності їхніх емнісно-фільтраційних властивостей пов'язані з особливостями впливу вторинних (епігенетичних) перетворень на матрицю та цемент пісковиків.

Ущільнені відмінності пісковиків характеризуються суттєвим поширенням контактово-порових полігенетичних кварц-карбонатно-глинистих цементів у щільних матрицях. Первинне збагачення переважно різнозернистих піщаних порід седиментогенною глинистою речовиною сприяло щільному заповненню міжзернового простору, що в подальшому ускладнювало циркуляцію флюїдів, сповільнювало процеси вилуговування та вторинного мінералоутворення. Катагенетична карбонатна цементация сприяла цілковитому заповненню вільних порожнин між уламковими зернами й первинною глинистою речовиною. Самі ж алотигенні каолінит-гідрослюди агрегати частково скварцьовані й майже не зачеплені процесами епігенетичної перекристалізації. Різномісні, здебільшого дрібні вторинні пори розміщуються на ізольованих ділянках (рис. 1). Переважають породи з тісним безцементним зчленуванням зерен. Пористість таких пісковиків за даними лабораторних досліджень становить 1,0–3,5 % і вони переважно непроникні, що є цілком закономірним для подібних порід на таких глибинах.

Типовими псамітовими породами верхньовізейського ярусу на досліджуваній території є сірі, дрібнозернисті, прошарками різнозернисті, олігоміктві кварцові пісковики з карбонатно-глинистим цементом. Глиниста речовина за даними рентгеноструктурного аналізу (РСА) представлена гідрослюдою 2M<sub>1</sub>, змішаношаруватими гідрослюдистими утвореннями, хлоритом, каолінитом, дикітом. Серед карбонатів вирізняються кальцит, анкерит, сидерит. Породи масивні або грубо горизонтальношаруваті, щільні, міцні. Нерідко трапляються тонкі різноамплітудні (до 7 мм) стилітові шви, заповнені чорною глинисто-органічною речовиною (рис. 2а).

За генезисом це мілководно-морські пісковики барово-покривного типу. Під час відкладення вони були досить добре відмиті від пелітової домішки. На пізньокатагенетичній стадії за високих температур, коли генерувалися гарячі елізійні гідротермальні флюїди, відбувалася масова корозія розсіяних карбонатів. Витискання таких розчинів до подібних піщаних колекторів з підвищеною первинною пористістю призводило до заповнення їхнього міжзернового про-



**Рис. 1.** Ущільнений дрібнозернистий піскови́к з карбонатно-глинисто-кварцовим цементом. Ізольовані дрібні вторинні міжзернові пори

а) сверд. 64-Семиренківська, інт. 5 288–5 293 м; б) сверд. 6-Червонозаводська, інт. 5 359–5 371 м. Растровий електронний мікроскоп з рентгеноспектральним зондом РЕМ-106

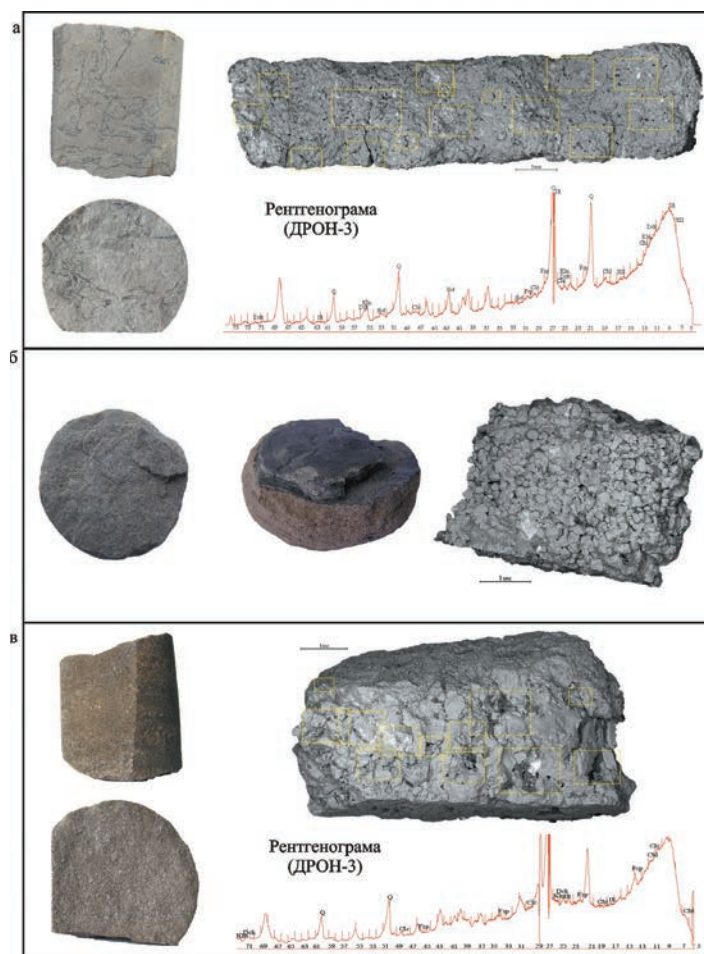
стору аутигенними мінералами та зміни уламкових зерен мікроструктурами гравітаційної корозії й регенерації.

Водночас потрібно навести кілька типових прикладів наявності теригенних колекторів із задовільними ЄФВ на великих глибинах у центральній частині ДДЗ, пов'язаних з різними чинниками.

На Волошківській площі піщаний пласт продуктивного горизонту (ПГ) В-20 формує унікальну в ДДЗ літолого-стратиграфічну надрозмивну складну пастку барового типу на моноклінальному північному схилі Срібненської депресії, з якою пов'язане газоконденсатне Волошківське родовище.

У сверд. 314 з інтервалу 4 931–4 939 м досліджено пісковики сірих тонів, кварцові, переривчастощаруваті, хвилястошаруваті або полого-лінзоподібношаруваті текстури. Темні відмінності мають у складі домішки вуглефікованого рослинного детриту. За розміром уламкового матеріалу породи переважно дрібнозернисті, уламковий матеріал має високий ступінь сортування. Цементом для уламкового матеріалу слугує дрібно- і великолускатий моноклінний каолінит з домішками деградованої гідрослюди, місцями дисперсно розсіяного карбонату (рис. 2б).

Пісковики мають добрі емнісно-фільтраційні властивості. Це пов'язано як з їхніми літолого-фаціальними особливостями (аккумулятивні тіла узбережного морського мілководдя з активною гідродинікою), так і з інтенсивністю проявів про-



**Рис. 2.** Різноміфціальні пісковики глибоких горизонтів центральної частини ДДЗ

а) сверд. 5-Мачуська, інт. 4 795–4 810 м; б) сверд. 314-Волошківська, інт. 4 931–4 939 м;  
в) сверд. 1-Мачуська, інт. 5 549–5 563 м



цесів розчинення й вилугування мінералів, що утворювали їхні каркас і цемент на постдіагенетичній стадії перетворень. Провідну роль у складі порожнинного простору відіграють пори вилугування уламкових зерен і нестійких мінералів цементу. На ділянках активного дренування пісковиків епігенетичними розчинами формуються системи різномірних вторинних пор, що сполучаються каналами звивистої форми. Саме вони забезпечують високі ЄФВ досліджуваних порід-колекторів, формуючи розгалужені системи порожнин, що пронизують більшу частину уламкової матриці пісковиків.

На Мачуській площі (сверд. 1) з інтервалу 5549–5563 м досліджено пісковики сірі різнозернисті (переважно дрібно-середньозернисті), іноді з гравієм, мезоміктові кварцові, масивної текстури (рис. 2в). Цемент (15 %) поровий та контактово-поровий глинисто-кварцовий, острівний карбонатний. За даними РСА в цементі пісковиків є дикіт, каолінит, хлорит, гідрокслюда 2М<sub>1</sub>. У породі вирізняються великоамплітудні стилітові шви, дрібні вуглисті вкраплення.

Такі літотипи, збагачені алевритово-пелітовим матеріалом формувалися в умовах узбережно-дельтового мілководдя за умов мінливої гідродинаміки. Вони є частиною складної товщі перешарування різнозернистих, часто гравійних, з вуглистими вкрапленнями пісковиків та горизонтально- і косо-хвилястошаруватих мезоміктових, часто вапнистих, піскуватих алевролітів.

Пористість досліджених пісковиків становить 9,06–13,69 %, абсолютна проникність досягає  $215,85 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ . Такі значення ЄФВ дають змогу зараховувати їх до колекторів III–IV класу (за А. А. Ханіним).

Розшарованість продуктивного розрізу, утвореного вториннопоровими колекторами, добре видно на прикладі пісковиків ПГ В-19. Для досліджень було відібрано зразки керна сверд. 67-Семиренківська із суцільного інтервалу 5484,2–5515 м (рис. 3).

Власне продуктивний горизонт повсюдно на родовищі складений пачкою в різному ступені розшарованих пісковиків завтовшки 40–60 м, під якими зазвичай залягає співвірна пачка перешарування алевролітів та аргілітів з прошарками пісковиків. Пісковики світло-сірі та сірі, оліго- та мономіктові кварцові, горизонтально-переривчастозаруваті, хвилястошаруваті, дрібно-, середньо- та різнозернисті. Іноді трапляється тонкий вуглефікований рослинний детрит. Цементувальна речовина представлена каолінитом, кальцитом, анкеритом, сидеритом.

Верхня й нижня частини піщаного пласта в досліджуваному інтервалі представлені породами з пористістю 5–7 % і слабкою проникністю, що не перевищує  $2 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ . Ущільнені інтервали пов'язані як з первинно зумовленими літологічними, структурно-текстурними особливостями пісковиків, так і суттєвою інтенсивністю лужної фази вторинних перетворень. Для описуваних пісковиків досить характерними є ділянки щільної катагенетичної цементації карбонатними мінералами пористих відмінностей. Натомість у середній частині розрізу є вториннопорові колектори з пористістю 10–12,5 % і ефективною проникністю до  $31,28 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ , що відповідає колекторам IV класу (за А. А. Ханіним). Саме вони, безсумнівно, забезпечують продуктивність горизонту.

У таких пластах процеси вилугування переважали в місцях найінтенсивнішого руху флюїдів. На сусідніх дрібнозернистіших ділянках з меншими розмірами порожнин відбувалося аутигенне мінералоутворення з формуванням ущільнених зон (рис. 4). У разі послаблених процесів винесення мінеральної речовини утворюються дрібні пори, тонкі порові канали з ускладненою морфологією. Умови чергування ущільнених ділянок із широкими, сполученими між собою зонами інтенсивного розвитку великих пор-каверн вилугування та пор із заповненням велико-

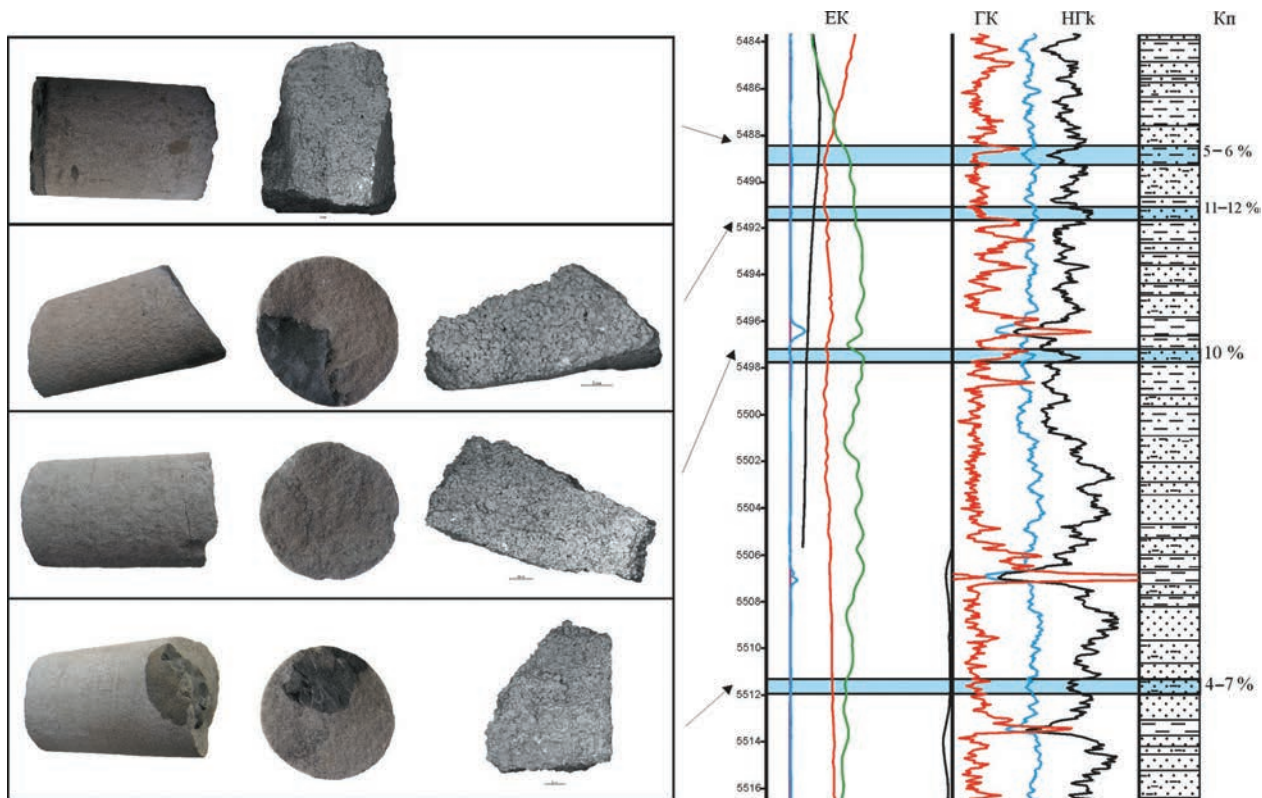


Рис. 3. Особливості будови продуктивного горизонту В-19 у сверд. 64-Семиренківська

пакетними дикіт-каолінітовими агрегатами в поєднанні з розвитком мікротріщинуватості були головною передумовою поліпшення ЄФВ.

Загалом поліпшені ємнісно-фільтраційні властивості візейсько-турнейських теригенних колекторів на досліджуваних ділянках закономірно пов'язані з інтенсивністю проявів процесів розчинення та вилугування мінералів, що утворюють їхній каркас і цемент. Вториннопорові пісковики являють собою породи з уламкової (переважно кварцової) матриці, в якій чергуються ділянки з конформним зчленуванням зерен і зони із широким проявом процесів вилугування та формуванням різнотипного вториннопорового простору, катагенетичним розшиванням зерен кварцу.

Вплив кислих гідротермальних розчинів спричинював вилугування карбонатного цементу, каолінізацію польових шпатів, розкладення нестійких глинистих змішано-

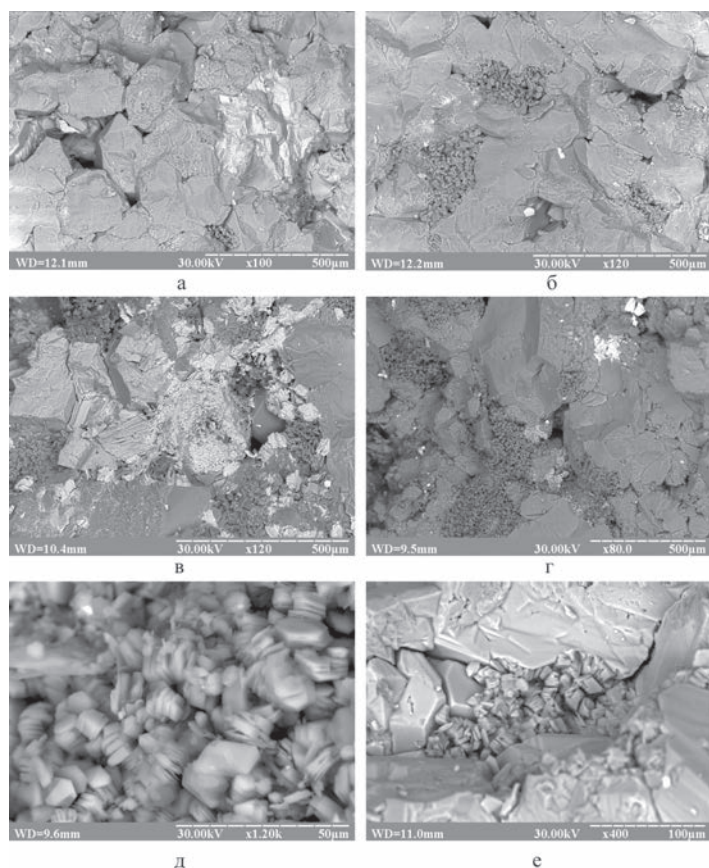
шарових мінералів, новоутворення великопакетного каолініту (дикіту). Первинні глинисті цементі містять дрібні пори на ділянках аградаційної перекристалізації каолініту з утворенням великолускатих агрегатів довершеної структури, що може досить суттєво збільшувати загальну ємність колекторів. Часто це поєднується з частковим вилугуванням глинисто-теригенного первинного матеріалу з подальшим неповним заповненням вторинного порожнинного простору. Важливим результатом цих процесів є те, що вторинний каолінітовий цемент характеризується наявністю міжпакетних порожнин, що сприяє утворенню суттєвої додаткової дрібної вторинної пористості. Завдяки цьому на місці порожнин, щільно запакованих карбонатними та іншими, нестійкими до кислих умов середовища мінералами, виникають мікропористі агрегати великопакетного каолініту (дикіту) (рис. 4).

Про високі фільтраційні властивості міжпакетних пор в епігенетичних каолінітових агрегатах може свідчити і їхня часткова карбонатація на окремих ділянках. У разі проявів пізньої лужної стадії аутигенного мінералоутворення, з якою пов'язана інтенсивна корозія матриксу пісковика гідрокарбонатними розчинами та формування ділянок розвитку базально-порового кальцитового цементу, можливе заліковування пізньоєпігенетичними мінералами вільного порожнинного простору пористих каолінових агрегатів.

Вторинні пори вилугування вирізняються розмаїттям розмірів і форм. Інтенсивна корозія епігенетичним, переважно залізокарбонатним матеріалом рівною мірою зачіпає як уламковий каркас порід, так і седиментогенно-діагенетичну глинисту речовину в порожнинному просторі. У разі розчинення (корозії) уламкових зерен кварцу утворюються дрібні затокоподібні порожнини по краях зерен. Типові форми виділення вторинного кварцу – це регенераційні кайми, нарости на зернах, ідіоморфні кристали середнього розміру та дрібнокристалічні агрегати у великих порожнинах. Кварцові новоутворення другої генерації, подібні до дрібнозубчастих агрегатів, можуть розвиватись у порожнинах, що залишилися під час каолінітової цементації (рис. 5а, б). З розчиненням карбонатного цементу утворюються досить великі порикаверні звивистої, щілиноподібної, ізометричної, лапчастої форми, які нерідко заповнені дрібнопористими дикіт-каоліновими агрегатами (рис. 5в).

Епігенетична мінералізація в порах вилугування може призводити до додаткового збільшення вторинної пористості – кристалізація кварцу (кальциту, сидериту, анкериту) призводить до розсовування уламкових зерен і “розшивання” конформних контактів між зернами. Водночас утворюються переважно щілиноподібні пори з гладкими поверхнями (рис. 5г).

Важливим чинником поліпшення ємнісно-фільтраційних властивостей пісковиків є розвиток мікротріщинуватості. Газоводяні суміші зумовлюють порушення кислотно-лужної рівноваги в системі порода-вода і створюють зони вторинного вилугування. Мікротріщини слугують в ущільнених матрицях пісковиків каналами підведення агресивних флюїдів, які спричиняють корозію, вилугування первинних мінералів як уламкових зерен, так і глинистих цементів і відповідно формування систем вторинних порожнин (рис. 5д, е). Такі утворення відіграють неабияку роль як у формуванні загальної ємності досліджуваних пісковиків, так і в забезпеченні їхніх задовільних фільтраційних вла-



**Рис. 4. Характер порожнинного простору вториннопорових теригенних колекторів глибоких горизонтів**

а) чергування ділянок з великими вторинними міжзерновими порами вилугування і щільного заповнення епігенетичними карбонатами, сверд. 2-Семиренківська, інт. 5 046–5 050 м; б) великі пори, заповнені мікропористим аутигенним каолінітом та агрегатами тонкокристалічного кварцу. Вторинні пори вилугування, сверд. 2-Семиренківська, інт. 5 046–5 050 м; в) пори – результат багатостадійних постседиментаційних процесів, сверд. 3-Рудівська, інт. 5 732–5 739 м; г) різнорозмірні порожнини в поєднанні з міжпакетною пористістю вторинного каолініту в різнозернистому пісковикі, сверд. 7-Свиридівська, інт. 5 372–5 373 м; д) епігенетичний каолініт довершеної структури в порах вилугування. Широкий розвиток міжпакетної пористості, сверд. 7-Свиридівська, інт. 5 372–5 373 м; е) тонкопористі перекристалізовані дрібнолускаті гідрослюдисто-каолінітові агрегати в міжзерновому просторі газоносного пісковика, сверд. 314–Волошківська, інт. 4 931–4 939 м.

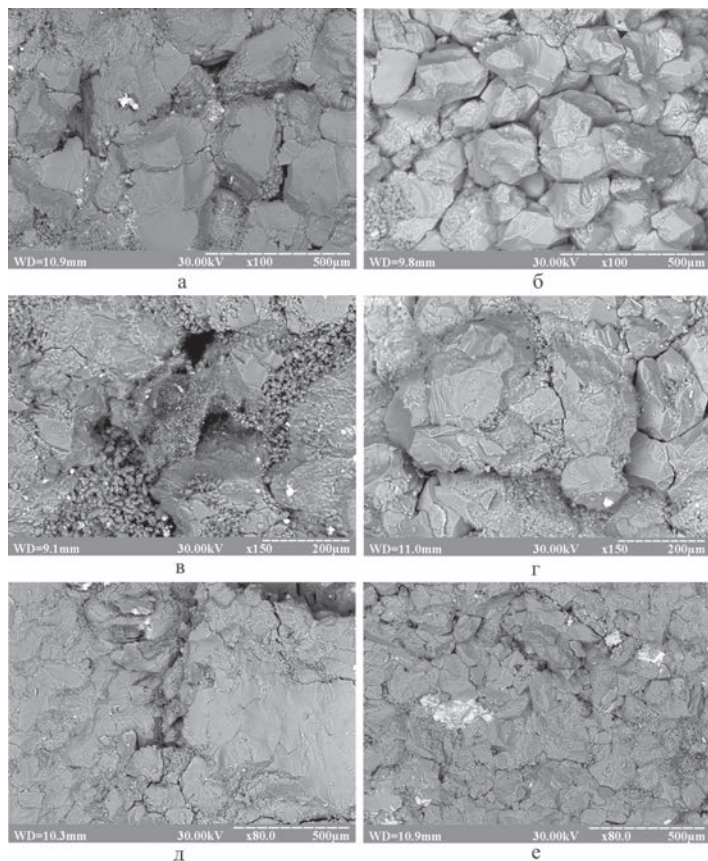
Растровий електронний мікроскоп з рентгеноспектральним зондом РЕМ-106



стивостей, гарантуючи наявність зв'язку між локальними ділянками з високими ЄФВ.

Отже, ЄФВ досліджених нижньокам'яновугільних піщаних порід вирізняються насамперед ступенем їхніх вторинних перетворень. Основою порожнинного простору слугують такі типи порожнин:

- вторинні пори вилуговування вздовж тріщин;
- пори-каверни розміром до 0,05 мм, пов'язані з розчиненням уламків у зонах їхнього безцементного зчленування. Вони мають або неправильно-корозійні обриси й утворюють в уламкових зернах затокоподібні заглиблення, або правильні кристалічні грані, зумовлені регенерацією кварцових зерен;
- пори-каверни, пов'язані з процесами розчинення кальцитового цементу, мають неправильно-звивисту, звивисто-щілиноподібну форму, часто містять релікти кальциту. Широкий розвиток каолінит-дікитових великопакетних агрегатів у вторинних порах вилуговування є джерелом додаткової ємності колектору.



**Рис. 5. Характер порожнинного простору вторинних теригенних колекторів глибоких горизонтів центральної частини ДДЗ**

а) розущільнені ділянки з великими порами вилуговування. Часткова регенерація кварцу, сверд. 7-Свиридівська, інт. 5 378–5 393 м; б) пориста матриця дрібнозернистого піщанику з переважанням безцементного зчленування зерен, сверд. 314-Волошківська, інт. 4 931–4 939 м; в) великі пори вилуговування, частково заповнені вторинним каолінитом, сверд. 7-Свиридівська, інт. 5 372–5 373 м; г) ділянки з катагенетичним розширенням кварцових зерен, сверд. 64-Семирічківська, інт. 5 253–5 264 м; д) системи щілиноподібних вторинних пор на ділянках розвитку мікротріщинуватості, сверд. 5-Рудівська, інт. 5 214–5 223 м; е) ділянки із широким розвитком різнотипних вторинних пор, з'єднаних тріщинами в дрібнозернистому піщанику з карбонатно-глинистим цементом, сверд. 64-Семирічківська, інт. 5 288–5 293 м.

Растровий електронний мікроскоп з рентгеноспектральним зондом РЕМ-106

Тож можна констатувати, що провідну роль у формуванні задовільних і поліпшених ємнісно-фільтраційних властивостей візейсько-турнейських піщаників досліджуваних ділянок центральної частини ДДЗ відіграють вторинні пори вилуговування седиментаційно-діагенетичного цементу та матриці породи. Максимального поширення вони набувають в інтервалах з підвищеною тріщинуватістю. Попри досить нерівномірний їхній розподіл у піщаниках продуктивних горизонтів родовищ, саме вони забезпечують формування й наявність порожнинного простору в насичених вуглеводнями колекторах.

Очевидно, на глибинах 5,5–7,0 км спостерігається певна епігенетично зумовлена розшарованість єдиних за фаціально-генетичними ознаками піщаних пластів. Вірогідно, фільтрація пластових флюїдів на пізньокатагенетичній стадії літогенезу в умовах відносно закритих гідродинамічних систем зони ускладненого водообміну, елізійного режиму сприяла формуванню суміжних ділянок з переважанням або розчинення та винесення, або акумуляції мінеральної речовини. Такі процеси, імовірно, є закономірними, але в кожному конкретному випадку “програмується” низкою чинників – від седиментаційно-діагенетичних до катагенетичних і накладених епігенетичних. Важливість впливу кожного з них потребує з'ясування з обов'язковим урахуванням усіх конкретних особливостей потенційних порід-колекторів і залученням максимально можливого комплексу сучасних аналітичних методів досліджень.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Виноградов В. И.* Некоторые черты эпигенеза с позиций изотопной геохимии//Литология и полезные ископаемые. – 2003. – № 4. – С. 391–411.
2. *Карпова Г. В., Тесленко-Пономаренко В. М.* Гипогенный эпигенез и коллекторские свойства (на примере глубокозалегающих каменноугольных отложений Днепровско-Донецкой впадины)//Литология и полезные ископаемые. – 1978. – № 5. – С. 64–76.
3. *Лукин А. Е.* Основные проблемы нефтегазовой литологии//Геологический журнал. – 2008. – № 4. – С. 17–25.
4. *Лукин А. Е., Шукун Н. В., Лукина О. И., Пригарина Т. М.* Нефтегазоносные коллекторы глубокозалегающих нижнекаменноугольных комплексов центральной части Днепровско-Донецкой впадины//Геофизический журнал. – 2011. – № 1. – Т. 33. – С. 3–27.

#### REFERENCES

1. *Vinogradov V. I.* Some features of epigenesis from the positions of isotope geochemistry//Litologiya i poleznye iskopaemye. – 2003. – № 4. – P. 391–411. (In Russian).
2. *Karpova G. V., Teslenko-Ponomarenko V. M.* Hypogenous epigenesis and reservoir properties (on the example of deep-lying Carboniferous deposits of the Dnieper-Donets basin)//Litologiya i poleznye iskopaemye. – 1978. – № 5. – P. 64–76. (In Russian).
3. *Lukin A. E.* The main problems of oil and gas lithology//Geologichnyi zhurnal. – 2008. – № 4. – P. 17–25. (In Russian).
4. *Lukin A. E., Shukun N. V., Lukina O. I., Prigarina T. M.* Oil and gas bearing reservoirs of deep-lying Lower Carboniferous complexes of the central part of the Dnieper-Donets Basin//Geofizicheskij zhurnal. – 2011. – № 1. – Vol. 33. – P. 3–27. (In Russian).

Рукопис отримано 31.10.2017.