

© Ю.І. Федоришин

д-р геол. наук

С.О. Паюк

ПАТ «УКРГАЗВИДОБУВАННЯ»

М.Ю. Нестеренко

докт. геол. наук

В.М. Владика

Р.С. Балацький

Я.Г. Лазарук

д-р геол. наук

Львівський комплексний

науково-дослідний центр УкрНДІгазу

Про деякі літолого-фізичні аспекти порід-колекторів баденського ярусу північно-західної частини Більче-Волицької зони

УДК 550.822+622.276

Результати проведених досліджень теригенних порід баденського ярусу показали наявність значної кількості рудної фази (до 15 %) та її шарувато-вкраплене поширення. Такий об'єм рудної фази та характер її поширення може призводити до заниження питомого електричного опору у породах. У зв'язку з цим подібні об'єкти необхідно у кожному випадку випробовувати на продуктивність, оскільки інтерпретація отриманих даних ГДС може виявитися хибною, а продуктивні пласти здебільшого інтерпретуються як водоносні або водонасичені. Насамкінець це може призвести до пропусків у розрізі свердловин газонасичених пластів.

Ключові слова: шліф, kern, порода-колектор, баденський ярус.

Результаты проведенных исследований теригенных пород баденского яруса показали наличие значительного количества рудной фазы (до 15 %) и ее слоисто-вкрапленное распространение. Такой объем рудной фазы и характер ее распространения может приводить к занижению удельного электрического сопротивления в породах. В связи с этим, подобные объекты необходимо в каждом случае испытывать на производительность, поскольку интерпретация полученных данных ГДС может оказаться ошибочной, а продуктивные пласты в основном интерпретируются как водоносные или водонасыщенные. В конечном итоге это может привести к пропускам в разрезе скважин газонасыщенных пластов.

Ключевые слова: шлиф, kern, порода-колектор, баденский ярус.

The research results revealed the presence of a significant amount (15 %) and layered-disseminated distribution of the mineral phases in the terrigenous rocks of Baden tier. Such amount and nature of its distribution may cause reduction of the electrical resistivity in the rocks. In this regard, such objects are to be tested in terms of productivity in every case, as the interpretation of the obtained GWL data may appear wrong, and pay formation are mainly interpreted as aquifer or water-saturated. Ultimately, this can lead to gaps in the column of gas-saturated formation wells.

Key words: section, core, container rock, Baden tier.

Літолого-петрографічне вивчення порід

Для вивчення відібрано зразок керна, який за своїми літолого-структурними та петрофізичними властивостями найбільшою мірою відповідає імовірному колектору вуглеводнів для геолого-промислових умов залягання зазначених відкладів і перебуває в діапазоні залишкового водонасичення 45–50 %. За даними ГДС такі породи мають питомий електричний опір 1,3–2,6 Омм та інтерпретуються як водоносні. Питомий електричний опір газонасичених порід не перевищує 6,5 Омм.

Нами встановлено, що досліджувані породи представлені алевро-пісковиками кварцовими з карбонатно-апоглинистим (карбонатно-гідролудистим) цементом, глауконітумісними, сульфідизованими (типовий зразок GRB-1). Про наявність карбонатної речовини у складі цементу свідчить бурхлива реакція з соляною кислотою.

Макроскопічно (рис. 1) порода характеризується сірим до світло-сірого кольором, в окремих ділянках спостерігається слабо видимі буруваті плями. Текстура шарувата,

з переходом на окремих інтервалах до хвилясто-шаруватої. Між вказаними текстурними відмінами спостерігається чітко проявлена поверхня розмиву. Шаруватість утворена стрічкоподібними або лінзоподібними прошарками чорного кольору, які чергуються з світло-сірими алевро-пісковиками. Товщина прошарків чорного кольору від часток міліметра до 2–3 мм. У межах окремих світло-сірих шарів алевро-пісковиків спостерігається густа крапельна насиченість чорного кольору. Видимих тріщин у породі не виявлено.

Мікроскопічне вивчення дало змогу детально вивчити внутрішню будову породи, її структурно-текстурні та колекторські властивості. Псевдошарувата текстура, як показало макроскопічне вивчення, зумовлена лінзоподібно-шаруватим поширенням гідротермальної рудної сульфідної фази (рис. 2), що утворилася на фінальній стадії породних змін. Будь-яких ознак шаруватості серед теригенної частини породи не спостерігається.



Рис. 1. Алевро-пісковий кварцовий, із карбонатно-апоглинистим (карбонатно-гідролюдистим) цементом, глауконітумісний, сульфідизований (зразок GRB-1). Вигляд породи у розрізі вздовж осі керна. Світла частина породи – теригенний кварцовий матеріал алевро-псамітової розмірності, скраплений карбонатно-гідролюдистим та, частково, рудним цементом. Текстура псевдошарувата, структура алевро-псамітова

Мінеральний склад породи визначається наявністю теригенних (алотигенних), аутигенних та гідротермальних компонентів.

Алотигенна частина представлена, за незначним винятком (окремі уламки польових шпатів), зернами кварцу та незначною кількістю лусок біотиту. Зерна кварцу характеризуються різним ступенем окатаності – від овально-округлих, у яких згладжені і вершини, і сторони, до зовсім неокатаних. Частка слабкоокатаних і неокатаних суттєво переважає. Форма різна – від майже ізометричної до неправильної або видовженої. Контури (поверхня) зерен зазвичай рівні, без ознак розчинення або яскраво вираженої деформації. Тріщини і включення різного роду спостерігаються в поодиноких зернах. Розміри зерен змінюються від 0,04 до 0,35 мм. Найбільш поширеною є фракція 0,13–0,18 мм. Закономірності у розподілі зерен певної фракції не встановлено. Отже, можна стверджувати про низьку сортованість теригенної частини. Зазвичай більш дрібні зерна в таких випадках заповнюють ті невеликі порожнини, які утворюються між уламками більшого розміру.

Луски біотиту за розміром не більше ніж 0,1–0,2 мм зазвичай затиснуті між зернами кварцу або оточені рудним мінералом, часто деформовані. Суттєвих змін у біотиті не відзначено, інколи помітний частковий розклад біотиту, який проявляється у пониженні кольорів інтерференції, зменшенні інтенсивності забарвлення, появи рудного пилу.

До алотигенних умовно можна віднести певну частину карбонатних компонентів, хоча чіткі ознаки їх переміщення відсутні.

Аутигенні компоненти утворюють цемент породи. До них віднесено карбонатні й апоглинисті мінерали та глауконіт. Карбонатна частина представлена кальцитом декількох відмін: кристалічний кальцит як найбільш рання відміна наявний у незначній кількості; пелітоморфна відміна кальциту мікрофітолітового походження – найбільш поширена; кальцит, який утворився внаслідок заміщення окремих фауністичних форм та їх уламків. Розміри окремих зерен співрозмірні з розміром теригенних зерен різних фракцій. Дуже рідко зустрічаємо окремі ділянки, де карбонатна речовина поширюється, захоплюючи 2–3 уламки.

До умовно аутигенних віднесено апоглинистий компонент цементу. В ньому розрізняємо практично лише гідролюдисті утворення як результат діагенетичних перетворень глинистих мінералів типу монтморилоніту. Потрібно зазначити, що серед мінералів цементу гідролюдиста складова кількісно переважає. Поширення гідролюдистих мінералів нерівномірне (аналогічно кальциту).

Глауконіт наявний у невеликій кількості, форма зерен близька до ізометричної або неправильна, ознак перенесення не виявлено. Зустрічається як серед карбонатної частини цементу, так і серед апоглинистої фази. Скупчень та прошарків не утворює.

Гідротермальний рудний компонент породи являє собою найбільш пізню фазу, наявний у вигляді хвилястих лінзоподібних тонкошаруватих утворень (прожилково-вкрапленний тип рудної мінералізації) або окремих краплеподібних включень у породи. На початковій стадії рудний мінерал був представлений піритом, який у подальшому повністю або частково замістився гідратизованими формами заліза. Для утворень піриту дуже характерні ікроподібні агрегати. До певної міри, зважаючи на значну кількість, а місцями нерівномірне поширення, рудний компонент виконує роль цементу з фрагментами сидеронітової структури.

Треба зазначити, що вкраплення сульфідів у багатьох випадках утворилися шляхом заміщення фрагментів фауністичних решток або практично уцілілих фауністичних форм.

Структура теригенної частини породи алевро-псамітова. Алевритова частина кількісно поступається псамітовій. Остання характеризується наявністю двох гранулометричних класів: дрібнопсамітового (0,1–0,25 мм) і середньопсамітового (0,25–0,5 мм).

Структура цементу неоднорідна. Переважаючим типом цементу є поровий, на окремих ділянках породи, де максимально розвинутий пустотний простір, – контактний тип цементації.

Особливості розвитку пустотного простору. Об'єм пустотного простору близький до 20 %. Тип пустотного простору виключно поровий. Розмір пор не перевищує

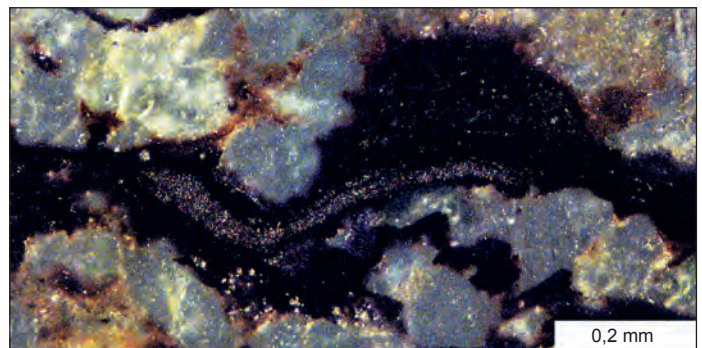


Рис. 2. Зразок GRB-1. Морфологія та особливості заміщення ікроподібних агрегатів піриту (в центрі) гідратизованими формами заліза (утворення чорного кольору по краях прожилка). Відбите світло

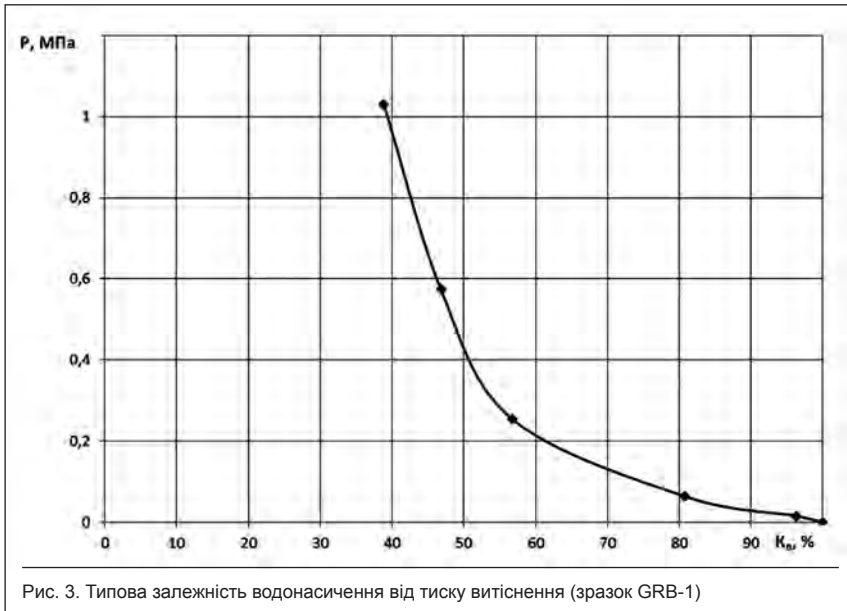


Рис. 3. Типова залежність водонасичення від тиску витіснення (зразок GRB-1)

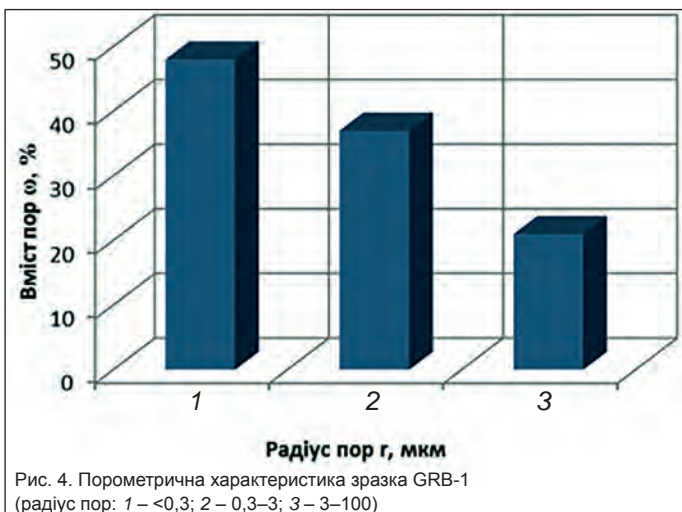


Рис. 4. Порометрична характеристика зразка GRB-1 (радіус пор: 1 – <0,3; 2 – 0,3–3; 3 – 3–100)

0,1 мм. Пори локалізовані, головним чином, між уламками теригенних компонентів різного розміру, які і визначають їх форму та величину, поширені вони нерівномірно. Характер їхнього поширення визначається типом цементу, точніше поширенням ділянок із практично повною відсутністю цементу, коли уламки безпосередньо контактують між собою.

Кількісний підрахунок мінеральних компонентів у породі здійснено інструментальним методом. Його результати такі (%): кварц+поодинокі зерна польових шпатів – 51; кальцит (усі три відміни) – 13; апоглинисті мінерали (гідроліта) – 17; біотит – до 2; глауконіт – до 1; рудна фаза (пірит та гідратизовані форми заліза) – 11, унаслідок нерівномірного поширення в різних ділянках породи кількісно може змінюватися у межах 2–15 %.

Поровий простір займає до 20 % від загальної площі шліфа. За даними лабораторних досліджень зразків керн, відкрита пористість становить 20–22 %.

Серед постседиментаційних перетворень чітко простежується стадія діагенезу, яка супроводжувалася трансформацією глинистих мінералів у гідроліта, можливі часткова перекристалізація кальциту та утворення псевдоморфоз піриту на основі фауністичних решток. Більш пізні перетворення характеризуються інтенсивною сульфідизацією у вигляді лінз, прошарків та густих вкраплень. Означені постседиментаційні процеси, ймовірно, значною мірою вплинули на зменшення об'єму пустотного простору та зміну його типу з порово-тріщинного на поровий. Якщо врахувати хоча б об'єм лінзоподібно-прошаркових сульфідів, то первинний об'єм пустотного простору скоротився щонайменше на 11 %.

Потрібно зауважити, що значна кількість набухаючої фази у складі цементу (гідроліта) також може суттєво вплинути на зміну колекторських властивостей цієї породи.

Петрофізичні властивості порід

У методичному відношенні роботи виконували з дотриманням вимог існуючих нормативних документів [1–3] та рекомендацій, описаних у працях [4–6]. Дослідження проводили в умовах, що моделюють пластові, на циліндричних зразках завдовжки 3 см і діаметром 3 см, вибурених паралельно на шаруванню порід. Величина ефективного тиску залежить від глибини залягання порід, і в нашому випадку вона становить 14 МПа, що відповідає глибинам близько 1200 м.

Досліджені породи мали такі фільтраційно-ємнісні параметри: абсолютна газопроникність 20–26 мД; залишкове водонасичення 45–50 %; відкрита пористість 20–22 %. Параметри структури порового простору (рис. 3 та 4) виглядають таким чином: на частку субкапілярних пор, які заповнені залишковою водою і мають радіус менше від 0,3 мкм, припадає 46 %; частка капілярних пор радіусом від 0,3 до 3 мкм становить 35 %; решту загального об'єму становлять надкапілярні пори радіусом від 3 до 100 мкм (19 %). Капілярні і надкапілярні пори теоретично можуть вмщувати газ, а отже, коефіцієнт газонасичення подібних порід-колекторів близький до 50–55 %.

Висновки

Отже, потрібно особливо відзначити наявність значної кількості (до 15 %) та шарувато-вкраплене поширення рудної фази у породах баденського ярусу, оскільки це може спонукати до зниження питомого електричного опору. У зв'язку з цим вважаємо за доцільне у подальшому подібні об'єкти випробовувати на продуктивність, оскільки інтерпретація отриманих даних ГДС може виявитися хибною, а продуктивні пласти здебільшого інтерпретуються як водоносні або водонасичені. Насамкінець це може призвести до пропусків у розрізі свердловин газонасичених пластів.

Список використаних джерел

1. ГОСТ 26450.0-85 Породы горные. Общие требования к отбору и подготовке проб для определения коллекторских свойств. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 12 с.
2. ГОСТ 26450.1-85 Породы горные. Метод определения коэффициента открытой пористости жидкостенасыщением. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 8 с.
3. ГОСТ 26450.2-85 Породы горные. Метод определения коэффициента абсолютной газопроницаемости при стационарной и нестационарной фильтрации. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 16 с.
4. Методические рекомендации по исследованию пород-коллекторов нефти и газа физическими и петрографическими методами. – М.: ВНИГНИ, 1978. – 395 с.
5. Вивчення фізичних властивостей гранулярних порід-коллекторів до підрахунку запасів нафти і газу об'ємним методом. – К.–Львів: ДКЗ України, ЛВ УкрДРГІ, 2010. – 42 с.
6. Нестеренко М.Ю. Петрофізичні основи обґрунтування флюїдонасичення порід-коллекторів. – К.: УкрДРГІ, 2010. – 224 с.

Автори статті

**Федоришин Юрій Іванович**

Доктор геологічних наук, провідний науковий співробітник Львівського комплексного науково-дослідного центру УкрНДІгазу. Закінчив геологічний факультет Львівського державного університету імені Івана Франка, спеціальність: інженер-геохімік. Коло наукових інтересів: структурна загальна та регіональна геологія.

**Владика Віталій Миколайович**

Завідувач Львівського комплексного науково-дослідного центру УкрНДІгазу. Закінчив Львівський національний університет «Львівська політехніка», за фахом інженер-технолог, а в 2010 році – без відриву від виробництва Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, за фахом гірничий інженер з видобутку нафти і газу. Коло наукових досліджень: розробка родовищ вуглеводнів, фізика пласта.

Паюк Сергій Олексійович

Начальник управління геології ПАТ «Укргазвидобування». Закінчив Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу за спеціальністю геологія нафти і газу. Коло наукових досліджень: геологія та розробка родовищ вуглеводнів.

**Балацький Роман Степанович**

Молодший науковий співробітник Львівського комплексного науково-дослідного центру УкрНДІгазу. Закінчив геологічний факультет Львівського національного університету ім. І. Франка, спеціальність – геологічна зйомка, пошуки та розвідка. Коло наукових інтересів: нафтогазопромислова геологія.

**Нестеренко Микола Юрійович**

Доктор геологічних наук, провідний науковий співробітник Львівського комплексного науково-дослідного центру УкрНДІгазу. Закінчив Івано-Франківський інститут нафти і газу. Наукові інтереси: нафтогазопромислова геологія, фізика пласта, петрофізика.

**Лазарук Ярослав Григорович**

Провідний науковий співробітник відділу геології нафти і газу Інституту геології і геохімії горючих копалин НАН України, доктор геологічних наук. Наукові інтереси пов'язані з актуальними проблемами нафтогазової геології: реконструкція седиментаційних обстановок, прогноз порід-коллекторів продуктивних товщ, створення геологічних моделей покладів, оцінка запасів вуглеводнів, обґрунтування перспектив нафтогазоносності надр, у т. ч. сланцевого газу.

