

М.О. Науменко

ГЕОХІМІЧНІ ОЗНАКИ НИЖНЬОКАМ'ЯНОВУГІЛЬНИХ ВІДКЛАДІВ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО БОРТУ СРІБНЕНСЬКОЇ ДЕПРЕСІЇ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

M.O. Naumenko

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF DEPOSITS OF SRIBNEAN SYNCLINE NORTHEAST SIDE OF DNEPROVO-DONETSK DEPRESSION

Рассмотрены геохимические особенности терригенных отложений, в частности песчаников, которые являются потенциальными коллекторами углеводородов.

Ключевые слова: песчаники, микроэлементы, множественная корреляция, поэлементные графики.

Article tells about geochemical specialties of terrigenous rocks and especially sandstones, which are potential collector of oil and gas.

Key words: sandstones, microelements, plural correlation, memberwise graphs.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

У зв'язку з актуальністю проблеми пошуків неантиклінальних пасток вуглеводнів великого практичного значення набуває фаціальнопалеогеографічне вивчення осадових товщ нафтогазоносних басейнів. Зокрема, лише на основі досить надійного фаціального аналізу можливі успішні цілеспрямовані пошуки покладів нафти і газу, приурочених до різноманітних піщаних тіл. У той же час достовірне визначення генезису останніх — завдання складне навіть при наявності досить представницького ядерного матеріалу. Саме тому виникає необхідність [3], з одного боку, всебічного використання даних літолого-фаціального вивчення ядра, а з іншого — залучення для фаціальнопалеогеографічних реконструкцій промислово-геофізичних і геохімічних матеріалів, що містять чималу інформацію про різні генетично обумовлені особливості речовинного складу порід, що може бути виражено у вигляді кількісних показників.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Питання методики фаціального аналізу терригенних колекторів за комплексом промислово-геофізичних та геохімічних показників були розроблені [3] на основі кам'яновугільних відкладів Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) та Складчастого Донбасу. Проблема фаціальної діагностики піщаних тіл за цими даними запропоновано вирішувати одночасно двома шляхами: по-перше, шляхом використання певних літофізичних і геохімічних характеристик само-

го піщаного тіла; по-друге, залучаючи дані про вміщуючі (переважно глинисті) відклади, тобто використовуючи існування парагенетичних фаціальних зв'язків у розрізі. Зіставлення різних каротажних характеристик з побудованими по представницькому ядерному матеріалі літолого-фаціальними колонками дає можливість підібрати комплекс генетично найбільш інформативних промислово-геофізичних показників, а також перевірити їх ефективність і надійність для фаціальної діагностики терригенних колекторів. Геохімічні показники в такому разі є допоміжними. Визначено, що найбільш чутливим індикатором є вміст бору в глинистій фракції порід. З точки зору фаціальної діагностики товщ інтерес становить подальше дослідження особливостей поведінки інших мікроелементів.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою даної роботи є визначення можливості застосування геохімічних показників для класифікації пісковиків, на прикладі еталонних розрізів відкладів північно-східного борту Срібненської депресії ДДЗ, детально вивчених методами геолого-геофізичних фаціальних досліджень.

Для досягнення мети були поставлені такі задачі:

- кореляційний аналіз досліджуваних терригенних порід різного генезису (пісковики морської та континентальної терригенних формацій);
- дослідження поведінки елементів у різних осадових породах і визначення її особли-

востей у піщаних прошарках.

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

Коротка геологічна характеристика району.

Район досліджень знаходиться на північно-східному борту Срібненської депресії, що приурочена до приосьової тектонічної зони ДДЗ. Нижньокам'яновугільні відклади формують теригенну континентальну та теригенно-кременисто-карбонатну морську формації. Теригенна континентальна формація (нижній візе) представлена переважно глинистими породами каолініт-гідрослюдистого складу із шарами пісковиків з низьким ступенем сортування й окатаності та однаковою косою шаруватістю, що дає можливість вважати їх русловими відкладами. Теригенно-кременисто-карбонатна морська формація (нижній візе) складена переважно детритусовими морськими вапняками, вапняковистими аргілітами із рідкісними прошарками пісковиків та алевритів [4].

Методика досліджень. На основі повного емісійного спектрального аналізу по керну свердловин Волошківська-314 (31 аналіз), Артюхівська-15 (31 аналіз), Артюхівська-1 (7 аналізів), Гудимівська-1 (13 аналізів) були проведені кореляції між породами морської та теригенної формацій з метою дослідження розподілу елементів у кожній із формацій та між різними формаціями, а також перевірки можливості використання коефіцієнта кореляції для розмежування порід за спектральними аналізами.

Для проведення кореляцій розраховувалися середні та середні медіанні значення концентрацій у пісковицях, аргілітах, алевролітах та глинах по спектру елементів.

На основі вивчення валового вмісту рідкісних елементів по діапазону глибин, що відповідають нижньому карбону у свердловинах Волошківської, Артюхівської, Гудимівської площ, побудовані графіки поведінки цих елементів з метою дослідження і виявлення особливостей їх розподілу. Наявність керна цих свердловин дає можливість дослідити поведінку елементів у породах теригенної континентальної та теригенно-кременисто-карбонатної морської формацій, оскільки нижній карбон цієї території містить породи обох формацій.

Згідно із роботою [4] графіки, побудовані на основі промислово-геофізичних даних та вмісту бору, дають можливість чітко виділяти прошарки пісковиків, які мають колекторські

властивості, що є дуже важливим для пошуків нафти та газу. У даній роботі на підставі даних спектрального дослідження керна свердловин Волошківська-314, Артюхівська-15 та -1, Гудимівська-1 розрізу, що має нижньокарбоний вік, були проведені дослідження поведінки низки елементів та побудовані відповідні графіки з метою розробки методики розпізнавання піщаних прошарків за поведінкою елементів. Це може бути корисним при дослідженні глибоких закритих розрізів.

При первинній обробці даних спектрального дослідження слідові значення концентрацій елементів були замінені у відповідності до межі їх визначення на 0,0001–0,001%. Петрогенні елементи не використовувалися у розрахунках.

Для винесення на графік проводився перерахунок коефіцієнта M за формулою:

$$M = \frac{C_i}{\sum C}$$

де C_i — концентрація елемента, $\sum C$ — сума концентрацій мікроелементів. Оскільки елементи, концентрації яких є слідовими та меншими за поріг чутливості методу, прямують до 0, то їх внеском у суму можна знехтувати. Таким чином, даний коефіцієнт відповідає внеску елемента у сумарну концентрацію всіх досліджуваних елементів. Крім того, він відповідає деякій спроможності простору, представленого породою, акумулювати i -й елемент у порівнянні із акумуляцією інших рідкісних та розсіяних елементів. Для елементів із порівняно високою концентрацією лінія коефіцієнта M на графіках загалом повторює лінію концентрації елемента, побудовану за вихідними даними. Також такий перерахунок дає можливість нівелювати різницю при проведенні спектрального аналізу у різні роки. Для елементів із концентрацією, близькою до межі визначення, відмінність між коефіцієнтом M та концентрацією значно більша, що пов'язано із малим внеском елемента при перерахунку за формулою. Проте ці графіки також становлять інтерес щодо дослідження пісковиків. Адже саме прошарки пісковиків відрізняються різким збільшенням або зменшенням значень коефіцієнта M .

Використання коефіцієнта M коректне тільки у випадку однакової та однакової за величиною відносної систематичної похибки аналізу.

ГЕОХІМІЧНІ ОЗНАКИ НИЖНЬОКАМ'ЯНОВУГІЛЬНИХ ВІДКЛАДІВ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО БОРТУ...

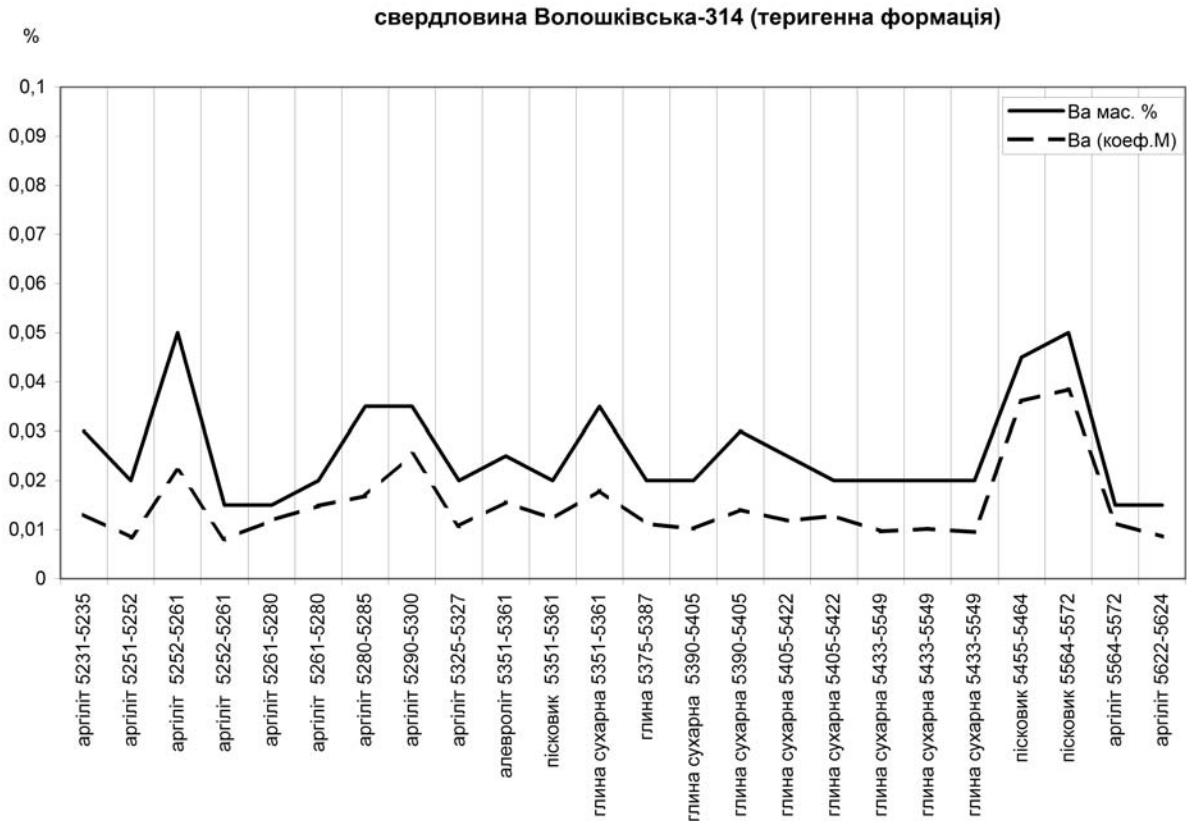


Рис.1. Поведінка Ва по розрізу св. Волошківська-314 у діапазоні глибин 5231-5624 м, що відповідає нижньокам'яновугільному віку. (по осі X — концентрація елементу, по осі Y — глибина, м., назва породи)

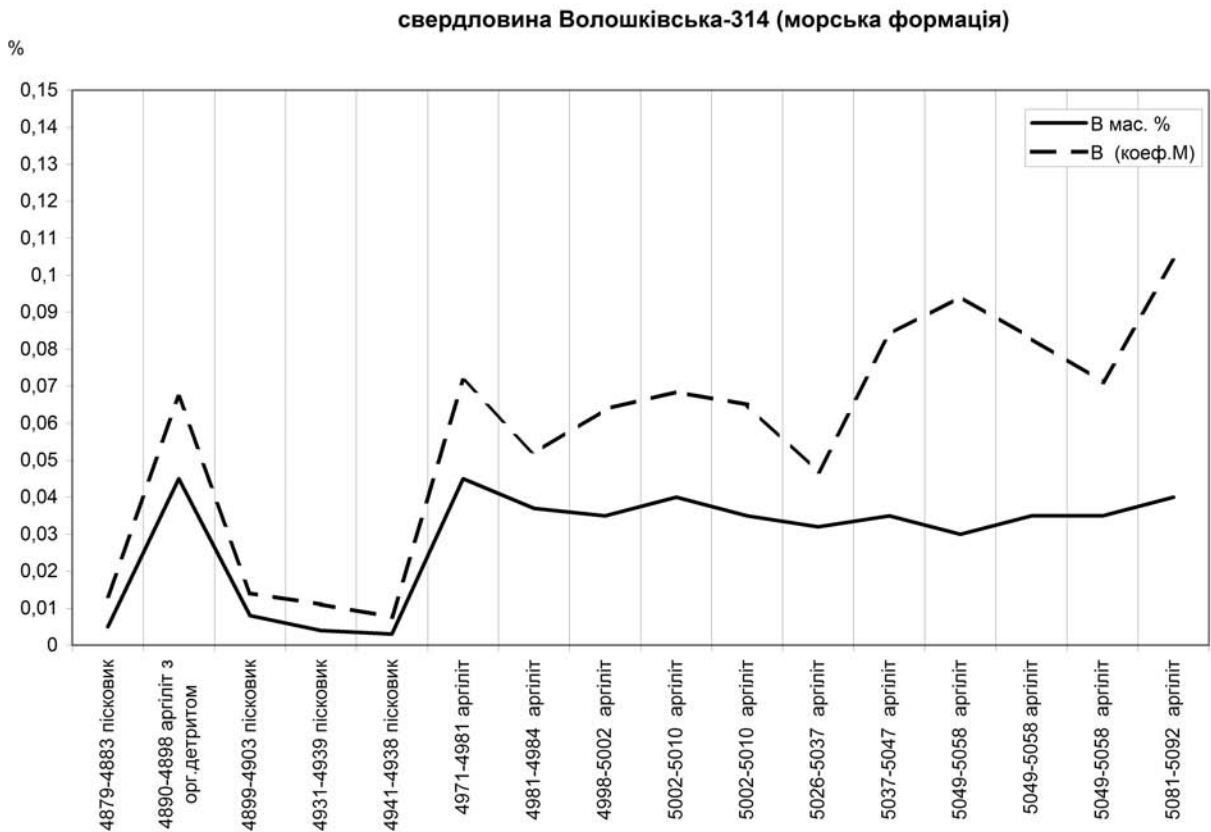


Рис.2. Поведінка В по розрізу св. Волошківська-314 у діапазоні глибин 4879-5092 м, що відповідає нижньокам'яновугільному віку. (по осі X — концентрація елементу, по осі Y — глибина, м., назва породи)

Для побудови графіків використовувалися як масові концентрації, так і коефіцієнт M .

Результати досліджень. Побудовані кореляції між породами теригенної континентальної та теригенно-кременисто-карбонатної морської формацій та їх аналіз показали, що коефіцієнт кореляції наближається до значення 0,99–0,97. Це, найімовірніше, викликано схожим розподілом елементів у вказаних породах через їх теригенне походження. Тому цей коефіцієнт не дає можливості розрізнити між собою пісковики морського та алювіального походження.

Поведінки елементів у розрізах свердловин, що відповідають теригенній та морській формаціям (по свердловинах Волошківська-314, Артюхівська-1, -15, Гудимівська-1) відрізняється рядом цікавих особливостей.

У свердловині Волошківська-314 розрізу теригенної формації спостерігається накопичення у пісковиках Ba, Cu, Pb, Zr та збіднення пісковиків на B, Ga, Ni, Ti, Cr (рис. 1). За геофізичними даними глина, пісковик, алевроліт та аргіліт на глибині 5351–5387 м мають колекторські властивості. Тому цікавим є збагачення сухарної глини на глибині 5351–5361 м, що є підстилаючою для вищезалягаючого пісковика. Вона збагачена на такі елементи, як Ba, V, Cu, Cr, особливо різко збільшується масова концентрація Co, Ni. При побудові каротажних геохімічних графіків така особливість розподілу елементів може мати діагностичні ознаки на піщані колектори нафти та газу.

У свердловині Волошківська-314 розрізу морської формації спостерігається збагачення пісковиків на Ba, Mn та збіднення на B, Yb, Cu, Pb (рис. 2). Для морської формації, порівняно з теригенною, характерний більш рівномірний розподіл елементів, менші піки (особливо Ti, Zr), менший набір елементів. Вона має більші концентрації по усьому розрізу Ga, Yb, Mn, порівняно з теригенною формацією.

Для свердловини Гудимівська-1 розрізу морської формації спостерігається збагачення пісковиків на Zr, Zn, Sc, Ir, La та збіднення на W, Mn, B, Na, Cr. Виражені піки коефіцієнта M для Sc, Ba у пісковиках. Коефіцієнт M більш якісно відображає відносне збагачення пісковиків по ряду елементів, підкреслює відмічені як і у свердловині Волошківська-314 морського розрізу, більш рівномірну, порівняно із теригенною формацією, поведінку Ti.

Для свердловини Артюхівська-15 спостері-

гається збільшення за коефіцієнтом M концентрацій на La, Li, Nb, Sn, Sr, Sc та зменшення по Ti, Cr, Ni у пісковиках.

Для свердловини Артюхівська-1 спостерігається збільшення за коефіцієнтом M концентрацій Zr, та зменшення B, V, Ga, Mn, Ni, Pb, Cr у пісковиках. Глини і пісковики збіднені на Cu, Sr, порівняно з їх концентрацією у вапняках та аргілітах.

При побудові графіків відмічений цікавий показник відношення коефіцієнта M до масової концентрації елемента. На графіках морських розрізів спостерігається лінія масових концентрацій над валовими концентраціями, а для теригенних розрізів — навпаки (рис. 1, 2). Таке ж відношення характерне і для морських розрізів у свердловині Гудимівська-1. Нижній карбон свердловини Артюхівська-15 згідно [1] знаходився у розломній зоні, де відбувалося підняття та опускання суші. Для нього характерні перехідні фації між континентальними та морськими, що чітко відображає співвідношення ліній коефіцієнта M та масових концентрацій елементів.

ВИСНОВКИ

Проведена нами робота була спрямована на дослідження поведінки елементів по розрізу теригенних порід та особливо у пісковиках, які є потенційними колекторами вуглеводнів. Методи, застосовані для досягнення поставлених завдань, дали як позитивні, так і негативні результати.

Нами було встановлено таке:

- Коефіцієнт кореляції між породами досліджуваних різних теригенних формацій (морської та континентальної) не дає можливості розрізнити між собою пісковики морського та алювіального походження, він наближуються до значення 0,99–0,97. Це найімовірніше викликано схожим розподілом елементів у цих породах у зв'язку з їх теригенним походженням.
- Загальною ознакою піщаних відкладів є збагачення їх на барій та збіднення на бор.
- Глинисті та аргілітові шари характеризуються рівномірним розподілом елементів. Винятком є сухарні глини, які часто збагачені на ряд елементів (Cu, Co, V, Cr, Ni).
- Теригенна формація характеризується більш строкатим розподілом елементів, більшим загальним рівнем концентрації.
- Морська формація характеризується монотонним розподілом елементів, особливо

по Zr та Ti.

Таким чином, можна стверджувати таке:

1. Підтверджено можливість літологічного розчленування нижньокам'яновугільних відкладів у глибоких свердловинах, що проходяться з метою розвідки нафтових родовищ, за геохімічними ознаками.

2. Коефіцієнт M відповідає деякій спроможності простору представленого породою акумулювати *i*-й елемент у порівнянні із акумуляцією інших рідкісних та розсіяних елементів.

3. У геохімічному відношенні найбільш контрастними петротипами розрізу є аргіліти, вапняки та пісковики нижнього карбону. Останні являють собою потенційні колектори [1] та найбільш контрастно виділяються за високим вмістом Ba, Zr та низькою концентрацією елементів групи Fe.

4. Геохімічні дослідження керн свердловин може використовуватись в якості суттєвого доповнення до стандартного комплексу ГДС.

На закінчення треба ще раз підкреслити, що доцільним є розробка методики фаціального аналізу за геохімічними каротажним даними. Зрозуміло, що вона не можлива без паралельного проведення геофізичного каротажу. Застосування цих двох методів звичайно ж не повинно призвести до «безкернового» буріння. Обов'язковою умовою застосування цих методик є їх перевірка за представницькими вибірками зразків з достовірною фаціальною характеристикою за традиційними ознаками, тобто по керновому матеріалу. Тому для кожного літолого-стратиграфічного комплексу

необхідні еталонні розрізи, в яких основні літолого-фаціальні типи були б досить надійно охарактеризовані керном.

Разом з тим каротажні показники можуть мати велике значення для фаціального аналізу не тільки в умовах дефіциту або відсутності керн. Деякі з них, характеризуючи в цілому певний перетин піщаного тіла, можуть істотно доповнювати літолого-фаціальну характеристику.

Фаціальний аналіз осадових відкладів за даними буріння — проблема настільки складна і практично важлива, що для її вирішення необхідно залучати будь-яку інформативну ознаку, пов'язану як із вивченням керн або шламу; так і з інтерпретацією промислово-геофізичних та геохімічних матеріалів.

1. Леворсен А. Геология нефти и газа. — М.: Мир, 1970. — 638 с.
2. Лукин А.Е. Опыт фациального анализа по промыслово-геофизическим данным. — М.: ВИНТИ, 1978. — 32 с.
3. Лукин А.Е. Опыт фациального анализа терригенных коллекторов нефти и газа по промыслово-геофизическим и геохимическим данным // Геология, методы поисков и разведки месторождений нефти и газа: Экспресс-инфо. — М.: ВИЭМС — 1978. — № 3. — С. 7–20.
4. Лукин А.Е. Формации и вторичные изменения каменноугольных отложений Днепровско-Донецкой впадины в связи с нефтегазоносностью. — М.: Недра, 1977. — 105 с.

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

Рецензент — док. геол. наук К.І. Деревська