

УДК 548.4:550.83:553.98:551.73(477.8)

ПЕТРОФІЗИЧНА І МІНЕРАЛОФЛЮЇДОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОЗРІЗУ ДЕЯКИХ ПЕРСПЕКТИВНО НАФТОГАЗОНОСНИХ СТРУКТУР ЛЬВІВСЬКОГО ПАЛЕОЗОЙСЬКОГО ПРОГИНУ

Куровець І. М., Наумко І. М.

(Інститут геології і геохімії горючих копалин НАНУ,
м. Львів, Україна)

По петрофизическим и минералофлюидологическим данным охарактеризованы разрезы некоторых структур Львовского прогиба и с этих позиций оценены перспективы нефтегазоносности региона.

Cuts of some structures of the Lviv depression are characterized about petrophysical and mineralofluidologic data and prospects of oil- and gas-presence of the region are estimated with those positions.

Вступ.

Пошуково-розвідувальні роботи у Львівському прогині проводяться понад півстоліття і за цей час у палеозойських відкладах відкрито лише два незначні родовища газу: Великомоствівське і Локацьке [8]. Однією з основних причин цього, на нашу думку, є відсутність надійних критеріїв прогнозу поширених тут складно-побудованих порід-колекторів (тріщинуватих, кавернозних, кавернозно-тріщинуватих тощо) зі складною будовою порового простору, значною мінливістю мінерального складу і типу флюїдонасиченості, літологічною неоднорідністю і нерівномірним розподілом у розрізі й по площі.

Вирішенню цієї проблеми для архейсько-протерозойських і палеозойських відкладів (з наголосом на різновікових рифових спорудах силуру і девону) низки перспективно нафтогазоносних

структур регіону (Лудинської, Володимирівської, Локацької, Великомоствівської, Бучацької) і присвячена дана праця. Дослідження докарбонівих порід є важливим ще й тому, що ними внаслідок вертикально-міграційних процесів [6] припливає глибинний метан [12] з можливим формуванням у відкладах карбону комплексних газовугільних родовищ [3].

Методичні підходи.

У розробленому нами нетрадиційному комплексі методів вивчення порід-колекторів [5] поєднано петрофізичні і мінералофлюїдологічні (термобарично-геохімічні) дослідження, виходячи з того, що саме порода, мінерал, кристал і наявний у них флюїд створюють фіксовані надалі геофізичними технологіями неоднорідності геологічного середовища. Для виміру петрофізичних параметрів використано загальновідомі методичні прийоми з доповненнями авторів на стандартному і спеціально спроектованому з цією метою обладнанні [10]. Склад летких компонентів і відносні газонасиченість і водонасиченість флюїдних включень у мінералах і закритих пор у породах визначено мас-спектрометричним хімічним методом [4].

Обговорення результатів.

Породи кристалічного фундаменту архейсько-протерозойського віку мають низькі колекторські властивості і, за результатами ГДС, тут не виявлено тріщинуватих інтервалів розрізу як можливих шляхів міграції вуглеводнів. У складі летких компонентів включень і закритих пор у гранітах азот (80,1 об. %) переважає над метаном, характерна наявність аргону, вище за розрізом (у корі звітрявання кислих порід) домінують діоксид вуглецю і азот. Відтак, хоча породи кристалічного фундаменту і є відносно водонасиченими (65,2–70,4 об. %), прояву вуглеводневих флюїдів у них не знайдено, а їхні релікти у вигляді включень вуглеводнів не збереглися. Певний інтерес викликають аркозові невідсортовані гравелітисті пісковики з істотною сульфідною мінералізацією, що вивершують розріз архейсько-протерозойських відкладів, як можливі складнобудовані колектори з вторинною пористістю. У закритих порах цих пісковиків

власне і зростає частка метану (до 39,9 об. %). Встановлено також порівняно високі вмісти CO₂ (59,2 об. %) і пари води (67,5 об. %).

Відклади кембрію за літологічним складом і структурно-текстурними особливостями подібні до вмістних порід Шюпарайського нафтового родовища (Литва), відрізняючись від останніх меншим проявом тріщинності. Так, кварцові пісковики і алевроліти у св. 15-Лудинська характеризуються низькими значеннями відкритої пористості (1,2–3,2 %) і відсутністю у них первинної міжзернової пористості, але, водночас, наявністю як стилітових тріщин з темнокольоровою полімінеральною речовиною з ознаками рухомих бітумів, так і внутрішньозернових тріщин, що є спільними для кількох зерен. Близькими до них є властивості кварцових пісковиків св. 2-Володимирівська, однак з дещо вищою відкритою пористістю (до 9,9 %). Відкрита пористість кварцових пісковиків у св. 3-Бучацька змінюється від 0,42 до 2,57 %, лише у двох зразках вона досягнула значень 6,23 і 6,55 % (інт. 1731–1736 м). У цих свердловинах наявні також прямі ознаки легких вуглеводнів у з'єднаних системах пор, тріщин, каверн. Окварцування і зрощення уламкових зерен кварцу підвищує крихкість порід і сприяє розвиткові процесів тектонофізичного тріщиноутворення та формування складнопобудованих порід-колекторів із вторинною пустотністю тріщинного і порово-тріщинного типу. Це відповідає висновку про вторинність порового простору окварцованих порід кембрію прогину [2] і можливу локалізацію покладів вуглеводнів. У складі летких компонентів флюїдних включень у мінералах і закритих пор пісковиків переважає метан (88,8–89,0 об. %) за незначної відносної газонасиченості та відсутності пари води (св. 3-Бучацька).

Силурійські рифові відклади складено вапняками, зокрема біогермними зі скелетними рештками трилобітів і виділеннями кальциту. Їхні значення відкритої пористості у св. 15-Лудинська становлять 0,75–4,3 %, а у св. 3-Бучацька для вапняків складають 0,37–3,02 %, вапнистих аргілітів, які перекривають рифове тіло, – 1,11–5,41 %, мергелів і глинистих вапняків – 0,18–1,19 %. Породи практично непроникні, лише у св. 3-Бучацька для окремих зразків вапняків проникність за гасом досягає $0,08 \text{ м}^2 \cdot 10^{-15}$, вапнистих ар-

гілітів – $0,0032 \text{ м}^2 \cdot 10^{-15}$. Субвертикальні тріщини заліковані кальцитом, рідше бітумами і полімінеральною речовиною.

Проте низькі значення наведених вище параметрів, відображають, на наш погляд, лише пористість і проникність матриці (скелету) породи, а не колекторські властивості усієї глинисто-карбонатної товщі рифових відкладів через значну неоднорідність літологічного складу та істотну мінливість петрофізичних параметрів у пластових умовах. Крім того, внаслідок розкриття систем літогенетичних тріщин у процесі вивітрювання та ерозії відкладів верхнього лудлову–жедину [8] породи набули крихкості і на поверхні розсипаються, тому дослідити вдалося лише щільні відміни порід з керна.

Склад летких компонентів флюїдних включень у мінералах і закритих пор у вапняках силуру за розрізом св. 3-Бучацька такий: метан – 98,8–99,9 об. %, діоксид вуглецю – 0,1–1,2 об. %, вищою порівняно з відкладами кембрію є відносна газонасиченість (0,20–0,75 Па), однак відсутня пара води. У включеннях у кальциті з виділень у вапняку вміст метану складає 100,0 об. %.

Органогенно-детритові перекристалізовані і ангідритизовані вапняки св. 15-Лудинська (інт. 1010–1012 м), які віднесено до відкладів передрифових фацій верхнього девону, теж є непроникними, слабо пористими (0,8–2,0 %), щільними (з густиною, рівною 2,67–2,73 г/см³) породами.

Флюїдні включення у кальциті з прожилку у вапняках верхнього девону з близького інтервалу (1150–1158 м) св. 10-Лудинська містять (об. %) лише метан (89,6) і CO₂ (10,4). Вони, на відміну від зразків св. 3-Бучацька, мають значно вищу відносну газонасиченість (4,0 Па) і водонасиченість (92,5 об. %).

Висновки.

1. Досліджені верстви палеозою внаслідок дії регіонального прогресивного стадійного катагенезу [2] інтенсивно ущільнювалися, набуваючи високих значень об'ємної ваги, відносно низьких значень відкритої пористості та проникності. Механічне ущільнення і такі геохімічні зміни мінеральної речовини як контактне розчинення зерен кварцу з наступним зрощенням їхніх довгих контактів, регенерація й конформно-інкорпораційне з'єднання та, в окремих випадках, виповнення первинних пор і пустот епіген-

ним кальцитом приводили до скорочення первинного міжзернового порового простору.

2. Процесам тектонофізичного тріщиноутворення та формування складнобудованих порід-колекторів з вторинною пористістю тріщинного і порово-тріщинного типу і, відповідно, кращими ємнісно-фільтраційними властивостями сприяли вторинні процеси, насамперед, заліковування тріщин карбонатно-кремнеземистою речовиною й скременіння, стимульовані припливом глибинних флюїдів. Проте умови для заповнення цих вторинних порід-колекторів мігрувальним водо-нафтовим флюїдом надалі могли не зберігатися. Не були поширені і явища формування кавернозності за рахунок насичення середовища діоксидом вуглецю, розчинення частини кальциту і винесення його за межі ймовірних покладів, що сприяло б покращенню колекторських властивостей порід.

3. У складі летких компонентів флюїдних включень у мінералах і закритих пор порід переважає метан. На північному заході прогину його високий вміст корелює з високими значеннями відкритої пористості порід та відносних газо- і водонасиченості флюїдних включень у мінералах і закритих пор у породах. У центральній частині вміст метану співмірний з низькою відотною газонасиченістю і відсутністю пари води у включеннях, тому тут не було умов для існування мігрувальної вуглеводне-водної системи і локалізації синтезованих у середовищі глибинного високотемпературного флюїду [11, 6] вуглеводнів у пастках з утворенням покладів, тому вони розпорошувалися в осадовій товщі, зокрема у межах Західнобучацької структури, як це показано у праці [7].

4. За петрофізичними і мінералофлюїдологічними [2, 6, 5] показниками, враховуючи насамперед флюїдонасиченість надр, яка особливо зростає у субвертикальних геофлюїдодинамічних структурах [9], а також позитивні геодинамічні критерії [1], перспективи нафтогазоносності регіону слід пов'язувати з його північним заходом, де існували умови для міграції зонами підвищеної флюїдопроникності вуглеводне-водних флюїдів, та їхньої локалізації, головню у пастках, складених вторинними складнобудованими породами-колекторами.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Геодинамічні критерії нафтогазоносності Балтійсько-Чорноморського перикратону / М. Павлюк, М. Галабуда, Б. Різун [та ін.] // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2006. – № 3–4. – С. 5–16.
2. Геолого-петрофізичні аспекти пошуків колекторів вуглеводнів у рифових відкладах Львівського палеозойського прогину / Куровець І., Шеремета О., Чепусенко П., Шири А. // Проблеми геології та нафтогазоносності Карпат: Тези доп. Міжнар. наук. конф. до 100-річчя від дня народження чл.-кор. НАН України М. Р. Ладиженського та 55-річчя Ін-ту геології і геохімії горюч. копалин НАН України. – Львів: ТЗОВ “ПРО-МАН”–“Прес-Експрес-Львів”, 2006. – С. 121–123.
3. Закономірності розподілу метану у кам’яновугільних басейнах України та перспективи його видобутку і використання / С. О. Лизун, О. Є. Іванців, І. В. Дудок [та ін.] // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2001. – № 2 – С. 122–128.
4. Калюжный В. А. Основы учения о минералообразующих флюидах / В. А. Калюжный. – Киев: Наук. думка, 1982. – 240 с.
5. Комплексування мінералофлюїдологічних і петрофізичних методів: нетрадиційний підхід до вивчення порід-колекторів (на прикладі Львівського палеозойського прогину) / Наумко І. М., Куровець І. М., Сахно Б. Е., Чепусенко П. С. // Доп. НАН України. – 2009. – № 1. – С. 106–113.
6. Наумко І. М. Флюїдний режим мінералогенезу породно-рудних комплексів України (за включеннями у мінералах типових парагенезисів): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра геол. наук: спец. 04.00.02 “Геохімія” / І. М. Наумко. – Львів, 2006. – 52 с.
7. Наумко І. М. Про шляхи втілення глибинного високотемпературного флюїду у земну кору / І. М. Наумко, Й. М. Сворень // Доп. НАН України. – 2008. – № 9. – С. 112–114.
8. Нефтегазоносные провинции Украины / [Г. Н. Доленко, Л. Т. Бойчевская, М. В. Бойчук и др.]. – Киев: Наук. думка, 1985. – 172 с.

9. Перерва В. М. Апвеллинг над геофлюїдодинамічними структурами літосфери / В. М. Перерва // Доп. НАН України. – 2000. – № 8. – С. 127–131.
10. Пристрій для визначення проникності зразка гірської породи / Куровець І. М., Зубко О. С., Кіт Н. О., Гвоздевич О. В. // Патент України на винахід № 80551 С2 МПК (2006) G01N 15/08. – Опубл. 10.10.2007 р., Бюл. Пром. Власн. – 2007, № 16.
11. Сворень Й. М. Нова теорія синтезу і генезису природних вуглеводнів: абіогенно-біогенний дуалізм / Й. М. Сворень, І. М. Наумко // Доп. НАН України. – 2006. – № 2.- С. 111–116.
12. Svoren' Yo. Nature of coal methane / Yo. Svoren' // 7-th European Coal Conference: Abstracts (Lviv, Ukraine, August 26–29, 2008). – Lviv: Proman Limited Company and Press-Express-Lviv Enterprise, 2008. – P. 158–159.