

УДК 550.552.53.553

І.М. Безродна, провід. інж.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРІЩИНУВАТОСТІ СКЛАДНОПОБУДОВАНИХ ПОРІД-КОЛЕКТОРІВ ТА ОЦІНКА ЇЇ ВПЛИВУ НА ФІЛЬТРАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Наведено результати кількісної оцінки фільтраційних властивостей тріщинних порід-колекторів на основі визначення структури їх пустотного простору за даними промислової геофізики на прикладі водо- та нафтонасичених горизонтів свердловин Дніпровсько-Донецької западини.

The results of quantitative of an estimation filtration properties of the crack reservoir are given on the basis of definition of structure its pore space by well-logging data on an example of water-saturated and oil-saturated horizons of the oil-well of Dnipro-Donetsk depression.

Значення вивчення тріщинуватості та кількісної оцінки типу пустот (їх форми та концентрації) порід нафтогазових комплексів різко зросло на сучасному етапі геологорозвідувальних робіт на нафту та газ в умовах дефіциту традиційних пошуково-розвідувальних об'єктів. Особлива велика роль тріщин у формуванні морфологічно складних резервуарів, що приурочені до карбонатних формацій, глибозалягаючих теригенних відкладів, блоків кристалічного фундаменту та кори його вивітрювання.

Незважаючи на те, що питання тріщинуватості, класифікації тріщин, визначення їх природи та вивчення структури пустотного простору складноповбудованих колекторів розглядалися багатьма вченими протягом майже 100 років [1–6], на сучасному етапі воно викликає підвищений інтерес у геологів і геофізиків.

Безумовно, є прямі методи вивчення структури тріщинно-порового простору, методи дослідження керна свердловин [7–11]. Однак такі дослідження пов'язані із суб'єктивними та об'єктивними труднощами:

- на природну тріщинуватість накладається техногенна складова за рахунок дії бурового інструмента та застосування різноманітних методів інтенсифікації припливів;
- недостатній винос керна з розуцільнених інтервалів;
- дослідження зразків у лабораторних умовах та умовах, моделюючих пластові, не завжди відповідають реальному стану геологічного середовища.

Вивчення властивостей колекторів із складною будовою пустотного простору, у тому числі оцінка типу тріщинуватості та визначення фільтраційно-ємнісних характеристик за допомогою промислової геофізики, теж специфічне та викликає певні труднощі в кожному конкретному випадку [12–20].

Серед них можна виділити:

- напрям, в основі якого лежить комплексний підхід до вивчення колекторів і який використовує дані ГДС, петрофізики, гідродинамічних і промислових спостережень, результати інших супровідних досліджень;
- методики, що розвивають спеціальні методи геофізичних досліджень свердловин (метод акустичного телебачення, боковий і мікробоковий каротаж, мікрокавернометрія, ширококутовий акустичний каротаж тощо), що дозволяють фіксувати і вивчати спеціальні властивості складних колекторів: тріщинуватість, кавернозність тощо;
- методики, що базуються на математичному моделюванні породи-колектора. За сучасного інтенсивного розвитку математичної геофізики вони дали можливість перейти на новий рівень аналізу результатів ГДС;
- статистичні методи з використанням методів теорії ймовірності та математичної статистики.

Але немає універсальних однаково ефективних для всіх випадків методик розв'язання задач у рамках даної проблеми.

У статті розглядаються результати застосування методики кількісної оцінки типів пустотного простору нафто- та водонасичених складноповбудованих порід-колекторів

на основі дослідження акустичних характеристик колекторів та методики кількісної оцінки впливу структури пустотного простору на промислові випробування свердловин на продуктивність, що базується на математичній моделі породи-колектора з використанням методів механіки стохастичного неоднорідних середовищ.

Для вирішення цієї задачі пропонується методологічний і теоретичний підхід, який ґрунтується на системних принципах і методах механіки стохастичного неоднорідного середовища. У роботах [18–20] авторами вирішена задача визначення впливу структури пустотного простору на акустичні та пружні властивості, що дає змогу побудувати стійкі алгоритми визначення форматів пустот та їх концентрацій на основі досліджених у свердловинних умовах акустичних характеристик.

Дослідження проведені на основі обробки каротажних даних (нейтронний гамма-каротаж – НГК, гамма-каротаж – ГК, акустичний каротаж – АК, боковий каротаж – БК, гамма-гамма-густинний каротаж ГГК_г), аналізу літературних і фондових геолого-геофізичних матеріалів з водо- та нафтонасичених інтервалів свердловин родовищ Дніпровсько-Донецької западини, зокрема, Андріяшівського та Ярошівського родовищ (теригенні колектори), Ново-Миколаївського родовища (вапняки) та Юльївського родовища (колектора кори вивітрювання кристалічного фундаменту).

Андріяшівське газоконденсатне родовище розташоване в центральній зоні північно-західної частини Дніпровсько-Донецької западини.

На родовищі пробурені 10 пошуково-розвідувальних та 24 експлуатаційних свердловин. Основні розвідані запаси нафти, конденсату і газу приурочені до нижньопермсько-верхньокам'яновугільного продуктивного комплексу, який характеризується наявністю резервуарів, великих структурних форм, що сприяють утворенню родовищ.

У результаті проведення геологорозвідувальних робіт на Андріяшівському родовищі встановлений дебіт води в горизонтах пісковиків верхньовізейського під'ярусу і турнейського ярусу нижнього карбону: мікрофауністичні горизонти В-18, В-19, В-20 та В-21 (візейський ярус).

Розріз горизонтів представлений теригенними породами різної літології. Колекторами є пісковики кварцові, світло-сірі і сірі, переважно середньо- і дрібнозернисті, іноді грубозернисті (св. 9, 10), алевритисті (каротажні криві інтервалів свердловин, що використовувалися, наведені на рис. 1).

Вивчені водонасичені пласти (де встановлений дебіт води при промислових випробуваннях пластів) свердловин № 4–7, 11 (рис. 1). Попереднє вивчення структури пустотного простору колекторів верхньовізейських продуктивних горизонтів дозволило встановити наявність не тільки гранулярних, а і тріщинних пустот. У формуванні пустотного простору беруть участь пустоти розміром від 1–2 до 200 мкм. Найбільш часто зустрічаються відкриті пори.

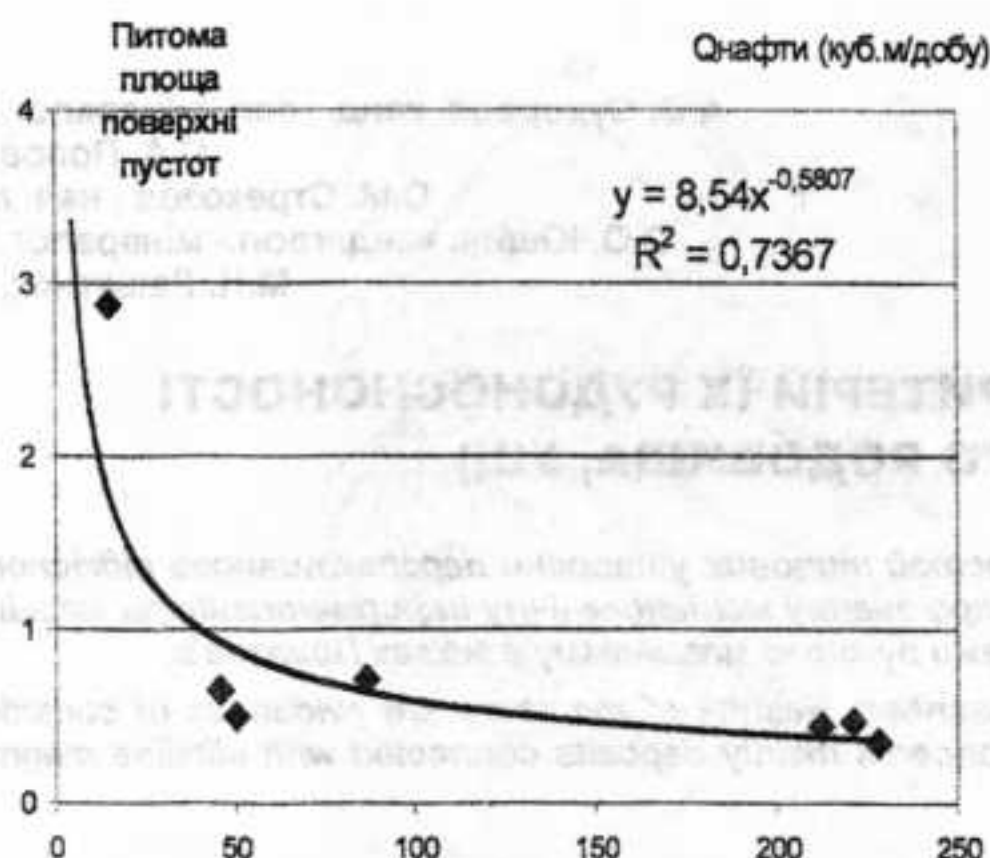


Рис. 7. Залежність питомої площі поверхні порот нафто-насичених порід-колекторів від дебіту пластів свердловин Ярошівського родовища

За кросплотами характеристик значення припливу продукту (нафти та газу) від параметра питомої площі поверхні порот для різних мікрофауністичних горизонтів візейського віку порід різної літології визначається, майже скрізь, однотипна строго степенева залежність припливу (Q) від ω з від'ємними значеннями показника степеня (рис. 6–8). Причому параметр ω як якісно, так і кількісно характеризує ступінь продуктивності порід-колекторів.

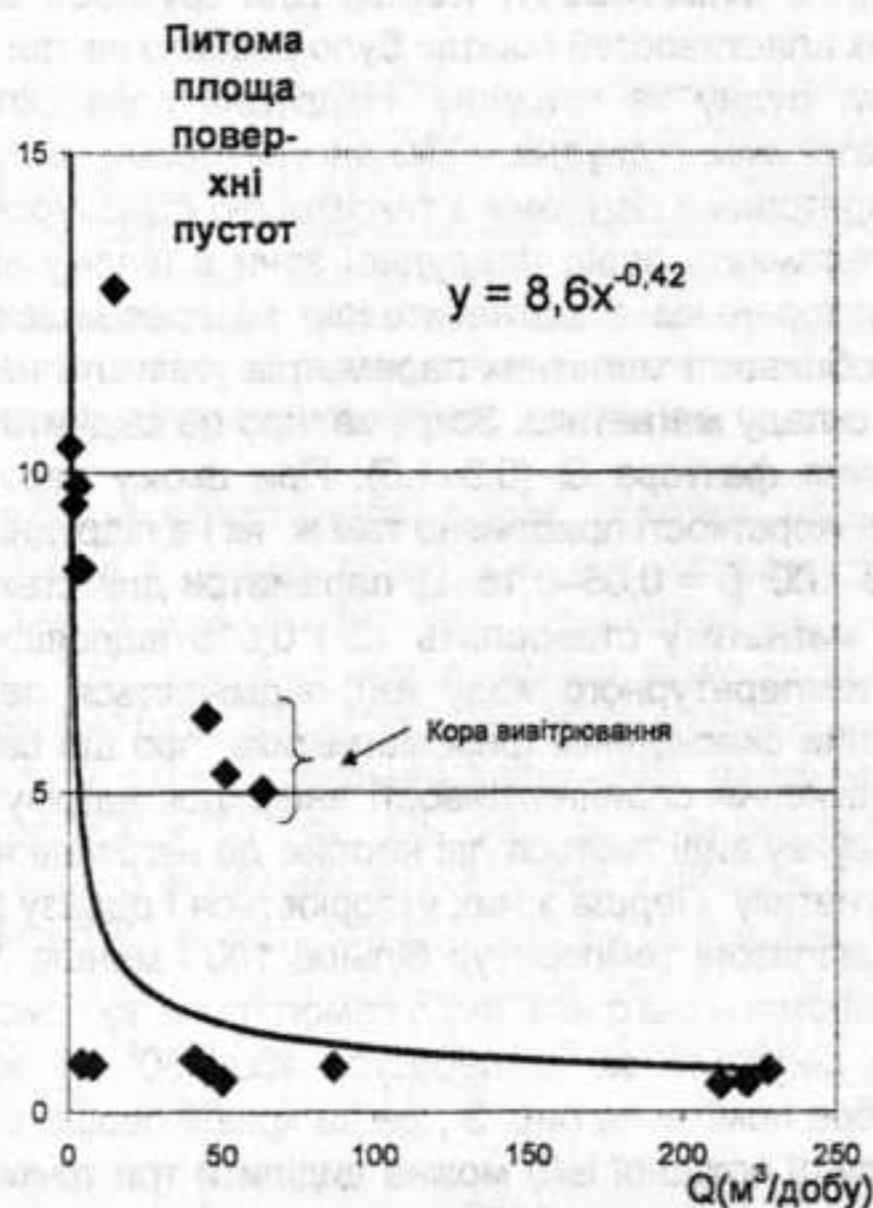


Рис. 8. Результати аналізу зв'язку параметра питомої площі порот з дебітом нафто- та воданасичених пластів-колекторів свердловин ДДЗ

Таким чином, технологія визначення та вивчення тріщинуватості складнобудованих порід-колекторів на основі інверсії даних ГДС у структуру поротного простору та встановлення параметра зв'язку між структурою поротного простору і результатами випробувань свердловин дозволяють: отримувати цінну інформацію; оцінювати структуру поротного простору; визначити тип колектора (формат тріщин та їх концентрацію в породі); прогнозувати дебіти водонасичених та нафтонасичених пластів свердловин.

Аналіз результатів досліджень за наведеними методиками дає можливість визначити їх як універсальні для порід-колекторів різної літології та флюїдонасичення і використовувати для пошуку нетрадиційних порід-колекторів та скоротити фінансування на додаткові промислові випробування пластів.

1. Багаринцева К.И. Трещиноватость осадочных пород. – М., 1982.
2. Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А. Геофизические методы определения параметров нефтегазовых коллекторов. – М., 1978.
3. Дзєбань І.П. Влияние различных сочетаний межзерновой и вторичной пористостей на скорости упругих волн // Развед. Геофиз. – 1986. – № 103. – С. 127–135.
4. Лукин А.Е., Парин С.Б. Генетические типы трещиноватости пород глубоководных нефтегазовых комплексов // Геол. журн. – 2003. – № 3. – С. 9–25.
5. Манюк М.І. Вплив тріщинуватості порід-колекторів на характер нафтогазоносності локальних структур Долинського нафтопромислового району: Автореф. дис... канд. геол. наук: 04.00.17. – Івано-Франківськ, 2001.
6. Сметов Е.М. Теоретические и методические основы поисков трещинных коллекторов нефти и газа. – Л., 1974.
7. Ладыкова Ю.Ф., Олейник В.В., Ягнечен І.В. и др. Изучение коллекторов северо-западной части ДДв в условиях близких к пластовым. – Львов, фонды НТО "ЧШТ", 1986.
8. Нестеренко М.Ю. Проблемні питання методологічного забезпечення лабораторних робіт з визначення параметрів порід-колекторів прогину // Геологія і геохімія горюч. копалин. – 2001. – № 4. – С. 92–97.
9. Куровець І.М., Припулко Г.І., Зубко О.С., Шеремета О.В. Петрофізична параметрична основа для підрахунку запасів газу в сарматських відкладах Більче-Волинської зони Передкарпатського прогину // Геологія і геохімія горюч. копалин. – 1999. – № 4. – С. 15–24.
10. Продайвода Г.Т., Вижева С.А., Куликов О.А. Пружні постійні і анізотропія об'ємних пружних хвиль пісковиків // Вісн. Київ. ун-ту. Геологія. – 1995. – Вип. 13. – С. 35–54.
11. Продайвода Г.Т. Упругие свойства и анизотропия об'ємних упругих волн известняков и доломитов // Вісн. Київ. ун-ту. Геологія. – 1995. – Вип. 13. – С. 8–23.
12. Курганський В.Н. Петрофізические и геофизические методы изучения сложнопостроенных карбонатных коллекторов нефти и газа. – К. 1998. – С. 167.
13. Добрынин М.М. Изучение сложных карбонатных коллекторов // Геология нефти и газа. – 1991. – № 5. – С. 30–34.
14. Орлов О.О., Омельченко В.Г., Локтев А.В., Михайлів І.Р. Вплив тектонічних ускладнень на неоднорідність колекторів // Геологія і геохімія горюч. копалин. – 1999. – № 4. – С. 34–39.
15. Кашуба Г.О. Теоретичні та методичні основи визначення ємнісних параметрів порід-колекторів за даними інтерпретації акустичних хвильових полів: Автореф. дис... канд. геол. наук: 04.00.22. – Івано-Франківськ, 2004.
16. Вижева С.А., Кожан О.М. Методи визначення структури поротного простору та їх застосування для вирішення завдань промислової геофізики, інженерної геології, геоекології // Вісн. Київ. ун-ту. Геологія. – Вип. 22. – С. 134–139.
17. Продайвода Г.Т., Хорошун Л.П., Пещенко П.В. Математическое моделирование эффективных геофизических характеристик анизотропных сред // Изв. АН СССР. Физика Земли. – 1990. – № 10. – С. 63–75.
18. Вижева С.А. Моделювання ефективних акустичних характеристик порід-колекторів з складною структурою поротного простору // Вісн. Київ. ун-ту. Геологія. – 1995. – Вип. 13. – С. 23–32.
19. Вижева С.А., Безродна І.М. Визначення структури поротного простору складнобудованих геологічних середовищ при вирішенні задач промислової геофізики та геофізичного моніторингу небезпечних геологічних процесів // Геоінформатика. – 2003. – № 1. – С. 55–64.
20. Вижева С.А., Безродна І.М. Оцінка структури поротного простору кристалічних порід-колекторів за даними акустичних методів // Мінеральні ресурси України. – 2004. – № 2. – С. 38–42.

Надійшла до редколегії 20.12.04