

очистка геологической среды от загрязнений // Геологические исследования и охрана недр. – 1997. – С. 37-47. 5. Королев В.А. Очистка грунтов от загрязнений. – М., 2001. 6. Меньшов О.И. Застосування магнетизму ґрунтового покриву для розв'язання геолого-геофізичних задач // Вісник Київського університету. Геологія. – 2007. – № 40. – С. 45-48. 7. Опорные геологические разрезы антропогена Украины / М.Ф. Веклич, Н.А. Сирено, В.А. Дубняк та ін. – К., 1969. 8. Основы изучения загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами / Н.С. Огняник, Н.К. Парамонова, А.Л. Брукс та ін. – К, 2006. 9. Передпроектні еколого-геологічні вишукування території складів пального, підземного трубопроводу та прилеглої території військової частини А 2816 (нині А 4245) з метою визначення меж забруднення нафтопродуктами ґрунтів і ґрунтових вод по площі та глибині станом на жовтень-листопад 2006 року: Звіт / Відп. викон.

Т.А. Шостак, С.О. Могильний. – 2006. 10. Почва, город, экология / Под общ. ред. Г.В. Добровольского. – М., 1997. 11. Про результати виконання природоохоронних заходів на території військової частини А-2816 місто Прилуки Чернігівської області: Звіт / Відп. викон. Є.І. Некрасова. – Вінниця, 2002. 12. Hoffmann V. Magnetic susceptibility mapping of roadside pollution // J. Geochem. Expl. – 1999. – № 66. – P. 313-326. 13. Sukhorada A. Spatial distribution of ferrimagnetic pollution from iron-ore open-cast mines and metallurgical enterprises of Kriviy Rig and Mariupol / A. Sukhorada, K. Bondar, M. Jeleńska, A. Hasso-Agopsowicz, M. Kądziałko-Hofmokl, Z. Matviishina // Contributions to Geophysics & Geodesy. – 2004. – № 34. – P. 145-146.

Надійшла до редколегії 03.09.08

ГЕОФІЗИКА

УДК 550.552.53.553

С. Вижва, д-р геол. наук, І. Безродна, канд. геол. наук

ОЦІНКА СТРУКТУРИ ПУСТОТНОГО ПРОСТОРУ ПОРІД-КОЛЕКТОРІВ ЗА ДАНИМИ ГДС ТА ПЕТРОФІЗИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Наводяться результати визначення структури пустотного простору карбонатних порід (свердловина № 1 Мачуської площі) та кількісної оцінки їх фільтраційно-ємнісних властивостей за даними петрофізики і промислової геофізики.

Pore space structure of the carbonate reservoirs (Machuska area, oil well №1) filtration properties are determined by the petrophysical and well-logging data.

Постановка проблеми. Оцінка ємнісно-фільтраційних властивостей складнобудованих карбонатних порід-колекторів багатого складніша порівняно з мономінеральними гранулярними колекторами нафти і газу. Основною причиною є великі відмінності в структурі їх пустотного простору.

Петрофізичні дослідження відіграють важливу роль при інтерпретації результатів геофізичних досліджень свердловин і є основою для побудови математичних моделей для оцінки фільтраційно-ємнісних властивостей та структури пустотного простору складнобудованих порід-колекторів.

Для кількісної оцінки поставленої задачі застосовуються прямі і опосередковані дослідження. Серед прямих найбільш поширені методи растрової електронної мікроскопії і оптичної мікроскопії. Головним недоліком цих методів є те, що їх можна застосовувати лише для дуже обмежених розмірів зразків гірських порід, які часто не дають загальної уяви про стан об'єкта в цілому [6]. До опосередкованих методів можна віднести практично всі геофізичні та петрофізичні методи [9], серед яких по праву найбільш інформативними вважаються акустичні, що базуються на дослідженні залежностей швидкостей поширення пружних хвиль від ємності пустотного простору, форми окремих пустот, параметрів насичення пустотного простору, орієнтації мікротріщин та інше. Особливою перевагою геофізичних методів є можливість їх застосування як в лабораторних умовах, так і в умовах природного залягання гірських порід [6].

На сучасному етапі основним об'єктом пошукових і розвідувальних робіт стають нетрадиційні резервуари нафти і газу та пов'язані з ними типи колекторів: складнобудовані карбонатні колектори і теригенні відклади, розущільнені і дезинтегровані кристалічні породи фундаменту та кори вивітрювання.

Значення методів вивчення тріщинуватості, кавернозності 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 об'єктів.

Ємнісні властивості складнобудованих колекторів нафти і газу різноманітні та їх вивчення традиційними геофізичними методами пов'язано зі значними труднощами. Це, в першу чергу, пояснюється складною структурою пустотного простору і відсутністю надійних методик визначення розподілу пустот різних видів за геофізичними даними.

Існують різні підходи до вирішення цієї складної проблеми методами геофізичних досліджень свердловин (ГДС) та петрофізичними дослідженнями зразків керну.

Всі методи ГДС, які застосовуються в промисловій геофізиці, в тій чи іншій мірі використовуються для вивчення складнобудованих порід-колекторів (Т. Klimentos, С. McCann, А.П. Анпілогов, Н.Т. Аракчеев, Я.Н. Басін, І.М. Безродна, Д.В. Белоконов, А.Ф. Боярчук, А.Л. Брайловский, С.А. Вижва, І.С. Гольдбергер, А.В. Горднов, В.М. Дахнов, І.П. Дзебань, Б.М. Івакін, В.М. Ільїнський, О.М. Карпенко, Є.В. Карус, Г.О. Кашуба, С.Г. Комаров, Д.М. Крилов, О.Л. Кузнєцов, В.М. Курганський, Ю.А. Лімбергер, Г.Г. Литвинський, А.М. Нечай, В.А. Новгородов, В.І. Петерсільє, Г.Т. Продайвода, В.М. Єнікєєв, О.Є. Рискаль, В.М. Черноградов, Г.О. Шнурман).

Разом з тим в роботах авторів статті, Є.М. Сміхова, Т.В. Дорофєєвої та інших відмічається, що на сучасному етапі не один із методів ГДС окремо не може вирішити задачу вивчення колекторів складного типу.

Вивчення фізичних властивостей порід-колекторів на зразках керну, їх структури пустотного простору висвітлено в роботах багатьох дослідників: Г.М. Авчяна, К.І. Багринцевої, Я.Н. Басіна, І.М. Безродної, С.А. Вижви, В.І. Грицишина, В.А. Новгорова, В.І. Петерсільє, Я.Н. Дахнова, Б.Ю. Вендельштейна, І.П. Дзебаня, В.М. Добриніна, В.М. Ільїнського, В.Ф. Індутного, С.С. Ітенберга, І.К. Куровця, Ю.А. Лімбергера, Є.Е. Лук'янова, Л.М. Марморштейна, М.Ю. Нестеренко, Г.І. Петкевич, Г.Т. Продайводи, В.О. Федішина, В.І. Шеленко, О.В. Шеремети та інших.

Методики оцінки типу тріщинуватості та визначення фільтраційно-ємнісних характеристик за допомогою промислової геофізики та петрофізики специфічні та інтерпретація їх даних викликає певні труднощі у кожного конкретного випадку. Серед таких методик можна виділити:

- ♦ напрямом, в основі якого лежить комплексний підхід до вивчення колекторів і який використовує дані ГДС, петрофізики, гідродинамічних та промислових спостережень, результати інших супровідних досліджень;

- ♦ методики, що розвивають спеціальні методи геофізичних досліджень свердловин (метод акустичного телебачення, боковий і мікробоковий каротаж, мікрокавернометрія, широкосмуговий акустичний каротаж тощо), що дозволяють фіксувати і вивчати спеціальні властивості складних колекторів: тріщинуватість, кавернозність тощо;

♦ методики, що базуються на математичному моделюванні породи-колектора. Вони при сучасному інтенсивному розвитку математичної геофізики дали можливість перейти на новий рівень аналізу результатів ГДС і петрофізики.

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

Теоретичні дослідження складнопобудованих порід-колекторів можливі лише на основі застосування більш досконалих моделей, які б адекватно відображали їх властивості і структуру, а також деформаційні процеси, що в них відбуваються. Для кількісної оцінки впливу пустотного простору і напруженого стану на ефективні пружні постійні і акустичні властивості застосовуються методи теорії механіки стохастично неоднорідного середовища.

Як виявлено багатьма дослідниками [1-4, 7-10], найбільш чутливими і інформативними методами, що дозволяють вивчати структуру пустотного простору, є ультразвукові, акустичні, сейсмоакустичні методи, які в залежності від бази досліджень вивчають швидкості розповсюдження пружних хвиль різної частоти.

Мета роботи. В статті розглядаються результати застосування методики кількісної оцінки типів пустотного простору складнопобудованих карбонатних порід-колекторів на основі дослідження акустичних характеристик колекторів (за даними акустичного каротажу та петроакустичних досліджень в камері високого тиску) та проведена кількісна оцінка впливу структури пустотного простору на продуктивність порід-колекторів (дебіти свердловини).

Для вирішення цієї задачі пропонується теоретичний підхід, який ґрунтується на системних принципах і методах механіки стохастичного неоднорідного середовища. В роботах [2, 5, 6, 10] 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 акустичних характеристик.

Перевірка ефективності розробленої методики кількісної оцінки структури пустотного простору складнопобудованих карбонатних порід-колекторів та прогнозу їх продуктивності проведена на основі петрофізичних даних та інтерпретації даних ГДС свердловини № 1 Мачуської площі (інтервал 5148-5215 м).

Модель породи-колектора.

Гірська порода розглядається авторами як багатокомпонентне анізотропне геологічне середовище із жорсткою матрицею і пружно-анізотропними включеннями у вигляді сфероїдів обертання, що орієнтовані в об'ємі як вздовж окремих локалізованих напрямків, так і згідно із заданою довільною функцією розподілу орієнтації включень. Матриця, параметри якої визначаються (задаються) при виборі початкового наближення, прорізана різними за формою, розмірами та орієнтацією сфероїдами обертання з різними форматами $\alpha = a/c$ (де a та c – півосі сфероїда вздовж та перпендикулярно вісі обертання), що заповнені газом.

При класифікації типів колекторів за структурою пустотного простору авторами застосовується загальноприйнята в промисловій геофізиці та петрофізиці модель для складнопобудованих порід-колекторів. За даними аналізу попередніх досліджень прямими та непрямыми методами авторами узагальнені основні межі зміни форматів пустот в складнопобудованих породах-колекторах [2, 3, 5, 6].

Чисельні розрахунки ефективних пружних і акустичних властивостей багатокомпонентної моделі породи-колектора виконані за допомогою сучасних методів механіки стохастичного середовища.

Методика досліджень. Авторами пропонується методика визначення структури пустотного простору та прогнозу продуктивності пластів-колекторів на основі проведених наукових досліджень математичних моделей складнопобудованих порід-колекторів, їх структури пустотного простору, якісної та кількісної оцінки введеного параметру питомої площі поверхні пустот для колекторів різної літології та флюїдонасичення.

Розроблена методика цілком реалізована в сучасних системах автоматизованої обробки даних ГДС та використовується при петрофізичних дослідженнях і має декілька варіантів застосування.

Вхідними даними для проведення інтерпретації за даною методикою є:

1. Результати моделювання геофізичних параметрів, на основі яких при інтерпретації даних ГДС та петрофізики вирішуються задачі кількісного визначення структури пустотного простору, виділення інтервалів перспективних колекторів та прогноз їх продуктивності.
2. При петрофізичних дослідженнях: результати досліджень зміни швидкостей розповсюдження квазіповздовжніх хвиль в залежності від тиску, визначення пористості та густини порід.

В лабораторії петрофізики є оригінальні установки для реалізації даної методики.

3. При обробці каротажних даних: стандартні каротажні дані, зокрема, нейтронний гамма-каротаж (НГК), гамма-каротаж (ГК), акустичний каротаж (АК або АКш), боковий каротаж (БК), гамма-гамма-густильний каротаж (ГГК_г).

При інтерпретації даних ГДС акустичні методи є основою дослідження структури пустотного простору даної методики. Радіоактивні методи досліджень застосовуються для виділення пластів колекторів та вибірок порід, для визначення коефіцієнта пористості (в нашому випадку за даними НГК) та густини (за даними ГГК_г). Електричні методи досліджень застосовуються для виділення пластів колекторів та вибірок порід і для визначення типу флюїду при відсутності таких даних.

4. Введений в роботи авторів параметр питомої площі поверхні пустот, що, як встановлено на значній кількості порівнянь із результатами опробування для водо-, нафто- і газонасичених інтервалах, пов'язується нами із продуктивністю окремих інтервалів. Цей параметр є універсальним і не залежить від літології і типу колекторів та розраховується за результатами визначення структури пустотного простору порід.

Алгоритм загальної методики досліджень включає в себе декілька блоків задач, які вирішуються послідовно:

1. Підготовка початкової інформації:
 - для петрофізичних досліджень: виготовлення зразків у формі циліндра та вимірювання їх на установці високого тиску;

- для інтерпретації даних ГДС: підготовка вибірок даних (ΔT та K_p) пластів однотипних за структурою пустотного простору, статистична обробка даних;

- визначення початкових наближень параметрів матриці, пустотних наповнювачів та структури пустотного простору за даними математичного моделювання, електронної мікроскопії або фондових джерел.

2. Обернення даних акустичних досліджень у криву розподілу пустот різних форматів.

3. Аналіз даних, визначення типів колекторів та параметру питомої площі поверхні пустот для кожного з інтервалів досліджень.

4. Прогноз продуктивності для перспективних інтервалів колекторів на основі визначення.

В роботах [2, 3, 5, 6, 10] 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 акустичних характеристик.

При наявних концентраціях пустот різних визначених форматів авторами розрахована питома площа поверхні пустот (параметр ω_s) складнопобудованих порід-колекторів інтервалу досліджень. Параметр ω_s є безрозмірною величиною, що визначається як відношення площі поверхні одиничного сфероїда до площі поверхні пустот різних форматів (розрахованих шляхом інверсії даних ГДС та петрофізики у структуру пустотного простору). Авторами отримані [2, 3, 5, 6] значимі кореляційні залежності параметру ω_s з результатами опробування (дебітами) для газонасичених інтервалів, які складені різними літологічними типами колекторів (теригенними, карбонатними, кристалічними породами). Таким чином, цей параметр є універсальним і не залежить від літології. В даній статті на основі проведених досліджень властивостей параметру ω_s для складнопобудованих карбонатних колекторів здійснено прогноз їх продуктивності.

Об'єкт досліджень. В роботі досліджувався інтервал порід свердловини № 1 Мачуської площі, первинні матеріали та керн передані Полтавською експедицією по геофізичним дослідженням в свердловинах (ПЕГДС).

Свердловина № 1 пробурена в склепінні структури. Свердловиною вскриті породи від четвертинних до кам'яновугільних відкладень. Інтервал, який досліджува-

ся (5148-5215 м), представлений вапняками нижньовізейського під'ярусу, сірими, скритокристалічними, з мозаїчними текстурами від перекристалізації органічного детриту до глинистого субстрату. Супутня мінералізація представлена альбітизацією, піритизацією, фосфоритизацією, бітумінізацією. Відклади лагунно-мілководно-морського характеру. За даними ПЕГДС отримані такі усереднені фізичні властивості: в породах інтервалу 5148-5215 м: відкрита пористість складає 3,9-15,5 %, газопроникність 0,5-2,13 мД, об'ємна густина 2,3-2,61 г/см³, карбонатність 100 %.

Результати досліджень. На першому етапі петрофізичних досліджень досліджено керн в умовах гідростатичного тиску від 25 до 800 атм (приклад результатів визначення швидкості на зразках №№ 80355, 80369, 80376, 80380 наведений на рис. 1а).

Обробку діаграм ГДС проведено за стандартною методикою в системі "Геопошук" (рис. 1б).

На наступному етапі при статистичній обробці було проаналізовано акустичні дані (ΔT і V_p) та пористість порід інтервалу 5148-5215 м з метою виділення окремих вибірок однотипних за структурою порід.

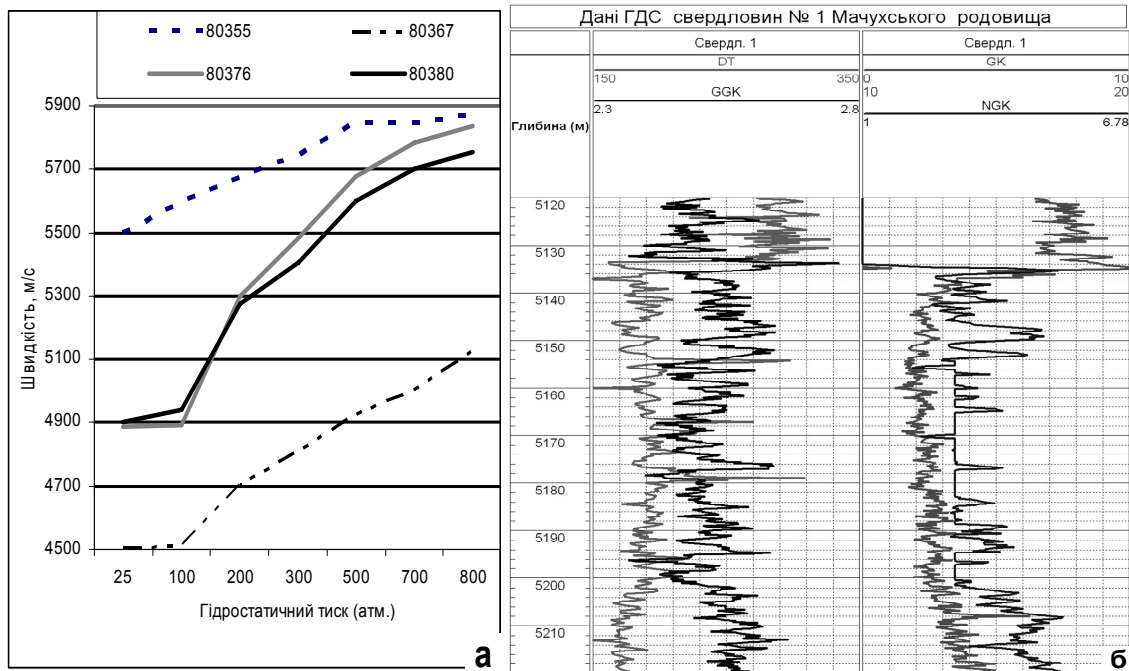


Рис. 1. Компоненти бази даних результатів геофізичних досліджень для дослідження структури пустотного простору інтервалу 5148-5215 м свердловини № 1 Мачуської площі:

а – результати дослідження швидкостей позовдовжніх хвиль при гідростатичному тиску;

б – дані ГДС інтервалу досліджень

Інтерпретація акустичних даних проводилася незалежно за даними ГДС та за петрофізичними даними.

1. Результати інтерпретації за даними ГДС.

При інтерпретації даних ГДС авторами визначена структура пустотного простору та проведений прогноз продуктивності порід інтервалу. Результати представлені в таблиці 1а та на рис. 2а.

При проведенні інверсії швидкостей розповсюдження хвиль (за АК) визначено формати порід інтервалу ($\alpha=0.799$, $\alpha=0.099$, $\alpha=0.004$, $\alpha=4$) та концентрації пустот даних форматів в породах. Формату $\alpha=0.799$ відповідає міжзернова пористість – $K_p(\text{між})$, формату $\alpha=0.004$ – тріщинна – $K_p(\text{тріщ})$, а, відповідно, формату $\alpha=4$ – кавернозна пористість – $K_p(\text{кав})$; пустоти формату $\alpha=0.099$ вважаються перехідними – $K_p(\text{пер})$ – та входять в складову вторинної пористості: $K_p(\text{вт}) = K_p(\text{тріщ}) + K_p(\text{кав}) + K_p(\text{пер})$.

Авторами виділено 5 різнотипних пластів-колекторів: поровий, порово-кавернозний, тріщинний, тріщинно-поровий, тріщинно-кавернозно-поровий та тріщинно-порово-кавернозний.

Кількісно оцінений вклад тріщинної та кавернозної пористості у повний пустотний простір порід (табл. 1а, рис. 2а): тріщинна пористість змінюється від 0,09 до 0,77 %, кавернозна – від 0 до 1,32 %.

Виділені перспективні пласти-колектори, мають розвинуту тріщинуватість: тріщинний тип колектора (інтервал 5155-5163 м), а деякі кавернозність: порово-кавернозний (інтервал 5151-5155 м), порово-тріщинно-кавернозний (5200-5208 м) та тріщинно-порово-кавернозний (інтервал 5211-5215 м) типи колекторів.

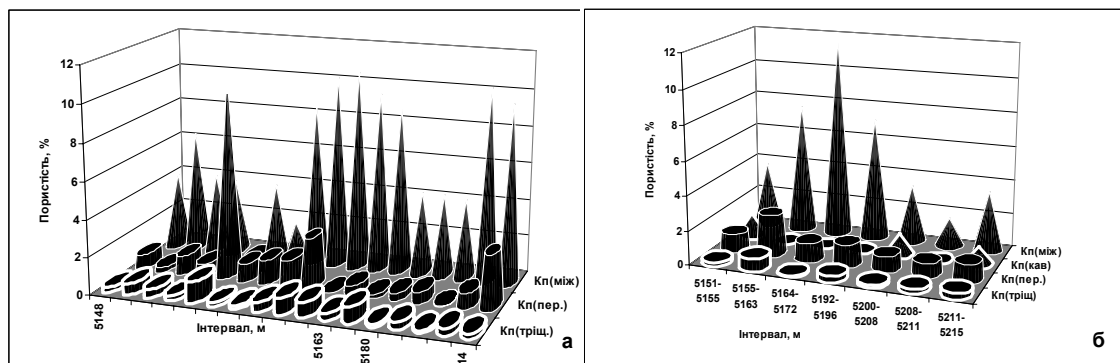


Рис. 2. Результати визначення структури пустотного простору за даними ГДС (а) та петрофізики (б)

Менш перспективні колектори мають розвинуту вторинну пористість із невеликою тріщинуватістю та кавернозністю (тріщинно-поровий тип колекторів – 5192-5196 м).

На основі встановлених авторами кореляційних співвідношень між параметром ω_s та дебітами газона-

сичених вапняків ДДЗ (11 об'єктів) авторами виділено 2 перспективні інтервали, де розраховані прогнозні дебіти, які становлять 446000 м³/добу (5151-5172 м), та з дебітом 189000 м³/добу (5192-5215 м).

Таблиця 1. Результати визначення структури пустотного простору та прогнозу продуктивності за даними ГДС (а) та петрофізики (б)

За комплексом ГДС					
Інтервал, м	Кп (між), %	Кп (вт.), %	Кп (тріщ.), %	Кп (кав.), %	Прогнозу-ємий приплив газу (м ³ /добу)
5151-5155	3,77	2,63	0,24	1,32	446
5155-5163	7,50	3,21	0,77	0,00	
5164-5172	11,62	1,18	0,09	0,00	
5192-5196	7,09	1,63	0,36	0,00	
5200-5208	3,37	2,27	0,19	1,17	189
5208-5211	1,64	1,11	0,28	0	
5211-5215	3,48	2,42	0,38	0,99	

Петрофізичні дослідження					
№ зразка	Інтервал, м	Кп (між) %	Кп (вт.) %	Кп (тріщ.) %	Прогнозу-ємий приплив газу (м ³ /добу)
80355	5148-5163	4,00	1,08	0,280	316
80356		6,47	0,88	0,610	
80360		4,17	1,46	0,458	
80361		4,00	0,96	0,260	
80363		0,00	10,95	1,150	
80364		3,96	1,16	0,190	
80365		1,90	1,50	0,201	
80366		8,60	1,93	0,530	
80367		10,20	3,60	0,900	
80368		10,60	0,80	0,800	
80369	5163-5180	9,50	0,90	0,400	145
80370		8,90	1,09	0,890	
80372		4,30	0,57	0,170	
80376	5180-5197	4,30	1,00	0,400	
80380	5197-5214	4,20	0,19	0,150	
80385		10,30	1,22	0,420	

2. Результати інтерпретації петрофізичних даних.

Авторами проведено обробку даних акустичних досліджень в камері високого тиску на 17 зразках керну, які відповідають 4 інтервалам свердловини (табл. 16). Кавернової пористості не виявлено. Кількісно оцінений вклад тріщинної пористості у повний пустотний простір. При цьому інтерес з точки зору колекторських властивостей представляють 9 зразків, що визначені як колектори 3 типів: порово-тріщинний, тріщинно-поровий та тріщинний. (табл. 16, рис. 26).

При проведенні інверсії швидкостей розповсюдження хвиль (залежність швидкості повздовжньої хвилі від тиску) визначено формати зразків порід, які в середньому склали: $\alpha=0,76$, $\alpha=0,103$, $\alpha=0,03$, $\alpha=0,0045$, $\alpha=0,00033$ та концентрації пустот даних форматів в породах. Формату $\alpha=0,76$ відповідає міжзернова пористість – Кп(між), формату $\alpha=0,0044$ та $0,00033$ – тріщинна – Кп(тріщ), а пустоти формату $\alpha=0,103$ та $0,03$ вважаються перехідними – Кп(пер) – та входять в складову вторинної пористості.

Виділені зразки з перспективних пластів-колекторів мають розвинуту тріщинуватість (тріщинний – №№ 80363, 80367, 80368, 80370 та порово-тріщинний – №№ 80356, 80360, 80366 типи колектора). Менш пер-

спективні колектори мають розвинуту вторинну пористість із невеликою тріщинуватістю (тріщинно-поровий тип колекторів – №№ 80369, 80376, 80385).

При аналізі розрахованого параметру питомої площі поверхні пустот авторами виділено 2 перспективні інтервали, де розраховані прогнозні дебіти газу, вони становлять 316000 м³/добу (5148-5163 м) та 145000 м³/добу (5163-5214 м).

Загалом, враховуючи результати інтерпретації петрофізичних досліджень, розглянутий інтервал за даними авторів є перспективним та рекомендується до випробування на продуктивність.

Висновки.

1. Авторами досліджено за даними комплексу ГДС інтервал 5148-5215 м свердловини № 1 Мачуської площі ДДЗ та проведено петрофізичні дослідження 17 зразків карбонатних порід цього інтервалу.

2. Виділені породи-колектори, найбільш перспективні з них можна класифікувати за типом колектора як тріщинні, порово-тріщинно-кавернозні, тріщинно-порово-кавернозні та порово-тріщинні.

3. Розраховані спектр розподілу пустот за їх форматами та параметр питомої площі поверхні пустот ω_s .

4. Зроблений прогноз продуктивності (газонасиченості) на основі кореляційних залежностей між дебітом свердловин і параметром ω_s .

5. Отримані прогнозні дебіти за даними ГДС та петроакустичних досліджень керну в камері високого тиску дали близькі значення. Порівняно низькі значення прогнозного дебіту за петроакустичними дослідженнями пояснюються відсутністю досліджень кавернозного і сильнотріщинуватого керну.

6. Проведені дослідження відкривають перспективи вдосконалення методик інтерпретації лабораторних петрофізичних та свердловинних акустичних даних.

7. Розроблена авторами методика кількісної оцінки емнісних властивостей складнопобудованих порід-колекторів за даними ГДС і петрофізики може використовуватися при вивченні розрізів промислових свердловин на стадіях від оперативної обробки даних ГДС до підрахунку запасів нафти і газу. Результати обробки можуть використовуватися при розробці математичних моделей колекторів, видачі рекомендацій на випробування свердловин та підрахунку запасів по окремих свердловинах та родовищах ДДЗ.

1. Klimentos T., McCann C. Relationship among compressional wave attenuation, porosity, clay content and permeability in sandstones // *Geophysics*. – 1990. 2. Безродна І.М. Дослідження тріщинуватості складнопобудованих порід-колекторів та оцінка її впливу на фільтраційні характеристики // *Вісн. Київ. ун-ту. Геологія*. – 2005. 3. Безродна І.М. Методика кількісної оцінки структури пустотного простору складнопобудованих порід-колекторів та прогнозу їх продуктивності за даними ГДС та петрофізики: дис. ... канд. геол. н.: 04.00.22. – К., 2007. 4. Вижва С.А., Кожан О.М. Методи визначення структури пустотного простору та їх застосування для вирішення завдань промислової геофізики, інженерної геології, геоecології // *Вісн. Київ. ун-ту. Сер. Геологія*. – 2002. 5. Вижва С.А., Безродна І.М. Прогноз и оценка структуры пустотного пространства, емкостных и фильтрационных свойств сложнопостроенных пород-коллекторов на основе данных промысловой геофизики // *НТБ "Каротажник"*. – 2005. 6. Вижва С.А., Продайвода Г.Т., Безродна І.М. Петрофізичні дослідження як основа для розробки моделі структури пустотного простору складнопобудованих карбонатних порід-колекторів // *Перспективи нагромадження та збереження енергетичних ресурсів України: Зб. наук. праць*. – Івано-Франківськ, 2006. 7. Дзєбань І.П., Карус Е.В., Кузнецов О.Л., Ягодов Г.Н. Способ акустического каротажа скважин // *Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки*. – 1977. 8. Ивакин Б.Н., Карус Е.В., Кузнецов О.Л. Акустический метод исследования скважин. – М., 1978. 9. Курганский В.Н. Петрофизические и геофизические методы изучения сложнопостроенных карбонатных коллекторов нефти и газа. – К., 1998. 10. Продайвода Г.Т. Упругие свойства и анизотропия объемных упругих волн известняков и доломитов // *Вісн. Київ. ун-ту. Геологія*. – 1995.

Надійшла до редколегії 27.09.08

УДК 553.1:543/504.06

М. Толстой, д-р геол.-мінерал. наук, проф., В. Кадурін, канд. геол.-мінерал. наук, доц., О. Шабатура, канд. геол. наук, докторант, Н. Костенко, канд. геол. наук, наук. співроб.

ПАЛЕОГЕОДИНАМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОРІД ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ НАУК ЗАКАРПАТСЬКОЇ СЕЙСМОАКТИВНОЇ ЗОНИ ЗА ДАНИМИ КОМПЛЕКСНИХ ГЕОФІЗИЧНИХ І МІНЕРАЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Наведені результати прямих досліджень палеогеодинамічних особливостей порід однієї з характерних ділянок центральної частини Закарпатської сейсмоактивної зони із застосуванням методу структурно-геодинамічного картування, еманаційних і мінералогічних досліджень.

Shortly in this article is described the results of the investigations of paleogeodynamical characteristics of indicative site of central part of the Transcarpathian Seismic Zone with using structural-geodynamical mapping method as well radium survey and mineralogical testing.

Постановка проблеми. Одними з небезпечних проявів енергетики земних надр є землетруси, які супроводжують весь час існування планети і відображають як внутрішньопланетні, так і зовнішні – космічні – динамічні процеси. Особливо в явній формі вони проявляються в так званих "сейсмоактивних зонах" – ділянках земної кори, де проявлена контрастна зміна будови, складу чи фізико-термодинамічних властивостей середовища: розломів, контактів, змін будови, складу порід, їх фізико-механічних особливостей та ін.

Одна з таких сейсмоактивних зон розміщується в Закарпатському внутрішньому прогині. В його межах з давніх часів відмічалися прояви сейсмічної активності, які нерідко досягали значної інтенсивності [5, 6]. Їх спостереження здійснювалися епізодично і тільки з середини ХХ-го сторіччя стали систематичними, завдяки дослідженням Карпатського відділення Інституту геофізики НАН України та УкрДГРІ. Вони здійснюються на цій території планові сейсмамагнітні профільні і стаціонарні дослідження у моніторинговому режимі [5].

Авторами, у дослідному плані, оцінено ефективність геофізичних досліджень, основаних на дистанційному і переважно непрямому вирішенні задач сейсмічного прогнозу шляхом залучення додаткових методів: структурного геодинамічного картування в азимутальному варіанті (СГДК-А), еманаційної зйомки, комплексу електромагнітних і мінералого-геохімічних досліджень.

Геологічний нарис Закарпатської сейсмоактивної зони.

Як тектонічна структура Закарпатський внутрішній прогин розташований поміж Карпатською складчастою

спорудою і Паннонським серединним масивом. Від Складчастих Карпат прогин відокремлений Закарпатським глибинним розломом, який фіксується зоною Пенінських скель. Зчленування з Паннонським масивом більш складне і в загальних рисах може розглядатися як зона Припаннонського глибинного розлому. Ця досить широка зона включає в себе ланцюг вулканічних апаратів (в південній частині прогину) та Чоп-Берегово-Бая-Марську горстантиклінальну структуру. За межами Українського Закарпаття Припаннонський розлом простягається до північної окраїни масивів Гутин та Келиман-Харгита (Румунія) та поділяє Гемериди і Татро-Вепориди на північному заході (Словаччина). Західною межею Закарпатського внутрішнього прогину є Вигорлатський і Горнадський поперечні розломи, а східною – розломи, які проходять по лінії Ганичі-Солотвина, по яких кристалічні масиви Внутрішніх Карпат опущені на велику глибину і заховані під товщею неогенових молас (рис. 1).

Зона самого прогину має чітку двоярусну будову. Утворення нижнього структурного ярусу і являють собою глибоко занурений фундамент складені відкладами мезозою і палеозою, а верхнього ярусу – неоген-четвертинними відкладами. В межах нижнього ярусу виділяються два складчасті структурно-фаціальні комплекси – герцинський і альпійський. Породи першого комплексу представлені однаковою мірою дислокованими і метаморфизованими відкладами палеозою. В альпійському комплексі беруть участь утворення тріасового, юрського, крейдового і палеогенового віку, які сформувалися в квазіплатформений (тріас) і геосинклінальний (юра-палеоген) етапи розвитку. Неогенові і четвертинні відклади верхнього структурного ярусу практично не