

ГЕОЛОГІЧНІ КРИТЕРІЇ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ОЦІНКИ НЕТРАДИЦІЙНИХ ВУГЛЕВОДНЕВИХ РЕСУРСІВ

І.Д. Багрій¹, Н.В. Вергельська², А.М. Кришталь³

(Рекомендовано акад. НАН України П.Ф. Гожиком)

¹ *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна.
Доктор геологічних наук, завідувач відділом.*

² *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: vnata09@meta.ua
Кандидат геологічних наук, старший науковий співробітник.*

³ *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: annakry0109@gmail.com
Геолог I категорії.*

Наведені спільні й відмінні характеристики традиційних і нетрадиційних вуглеводневих ресурсів та синхронізовані визначення їх основних видів за українською та англійською термінологіями. Визначені головні пошуково-прогнозні критерії та ознаки основних видів нетрадиційних вуглеводневих ресурсів. Окреслені основні завдання для вирішення проблеми використання значного ресурсного потенціалу нетрадиційних вуглеводневих джерел України.

Ключові слова: нафта, газ сланцевих товщ, метан вугільних пластів, щільні пісковики, газ центральнобасейнового типу.

GEOLOGICAL CRITERIAS FOR PROGNOSIS AND EVALUATIAN OF UNTRADITIONAL HYDROCARBONS RESOURCES

I.D. Bagriy¹, N.V. Vergelska², A.M. Kryshstal³

(Recommended by academician NAS of Ukraine P.F. Gozhik)

¹ *Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.
Doctor of geological sciences, chief department.*

² *Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, E-mail: vnata09@meta.ua
Candidate of geological sciences, senior research worker.*

³ *Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine,
E-mail: annakry0109@gmail.com.
Geologist of the first category.*

The article presents common and distinctive characteristics of conventional and unconventional hydrocarbon resources and synchronized de- terminations their main types in Ukrainian and English terminology. The major prospecting-prognosis criteria and features of the unconventional hydrocarbons resources main types were defined. The world experience in prospecting and extraction of unconventional hydrocarbons was analyzed. The main tasks in solution the problem of use Ukrainian unconventional hydrocarbon sources significant resources potential were defined.

Key words: oil, shale gas, coal bed methane, tight sands, basin-central gas.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ НЕТРАДИЦИОННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ РЕСУРСОВ

И.Д. Багрый¹, Н.В. Вергельская², А.Н. Кришталь³

(Рекомендовано акад. НАН Украины П.Ф. Гожиком)

¹ *Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина.*

Доктор геологических наук, заведующий отделом.

² *Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина,*

E-mail: vnata09@meta.ua

Кандидат геологических наук, старший научный сотрудник.

³ *Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина,*

E-mail: annakry0109@gmail.com

Геолог I категории.

Приведены общие и отличительные характеристики традиционных и нетрадиционных углеводородных ресурсов, синхронизированы определения их основных типов по украинской и английской терминологиям. Определены главные поисково-прогнозные критерии и признаки основных типов нетрадиционных углеводородных ресурсов. Намечены основные задания для решения проблемы использования значительного ресурсного потенциала нетрадиционных углеводородных источников Украины.

Ключевые слова: нефть, газ сланцевых толщ, метан угольных месторождений, плотные песчаники, газ центральнобассейнового типа.

Вступ

Проблема пошуку, розвідки та видобування нафти й газу з нетрадиційних джерел (порід вугленосних товщ, сланців, ущільнених пісковиків, кристалічних комплексів і масивів) сьогодні є дуже актуальною, вона обговорюється в академічному науковому середовищі та фахівцями (а часто й не тільки ними) нафтогазової галузі. Але якщо на Північно-Американському континенті вже розпочато повномасштабне видобування нафти й газу з нетрадиційних джерел, то в інших регіонах світу, зокрема в Україні, освоєння такого типу нетрадиційних запасів вуглеводнів (ВВ) перебуває на початковій стадії.

Необхідність дослідження та встановлення геологічних особливостей пошуку, розвідки та видобування нафти й газу з нетрадиційних джерел зумовлена передусім нагальною потребою забезпечення України власними енергоресурсами з використанням досвіду досягнення успіху США та інших країн у цій сфері.

Початок проведення пошукових робіт і буріння свердловин для виявлення покладів газу в нетрадиційних колекторах на

Юзівській та Олеській пошукових площах з не до кінця вирішеними проблемами екологічного характеру й відсутністю позитивних результатів пошукових робіт у Польщі, яка активно розвиває цей напрям робіт (з 24 свердловин, в яких виконано гідророзрив пласта, жодна не перебуває в промисловій експлуатації), а також в Україні (на Юзівській ліцензійній площі з ущільнених пісковиків не отримано промислового дебіту газу) свідчить про необхідність активного та цілеспрямованого вивчення територій поширення нетрадиційних скупчень ВВ в Україні, спираючись на світовий досвід.

Аналізуючи досвід зарубіжних країн щодо вивчення та освоєння нетрадиційних резервуарів, варто зазначити, що на сьогодні виділяють такі основні види нетрадиційних вуглеводневих ресурсів (рис. 1), видобуток яких на промислому рівні нині проводиться передусім у США та Канаді:

1. Нафта й газ сланцевих товщ (англ. shale oil та shale gas).

2. Газ метан вугільних пластів (англ. coal bed methane).

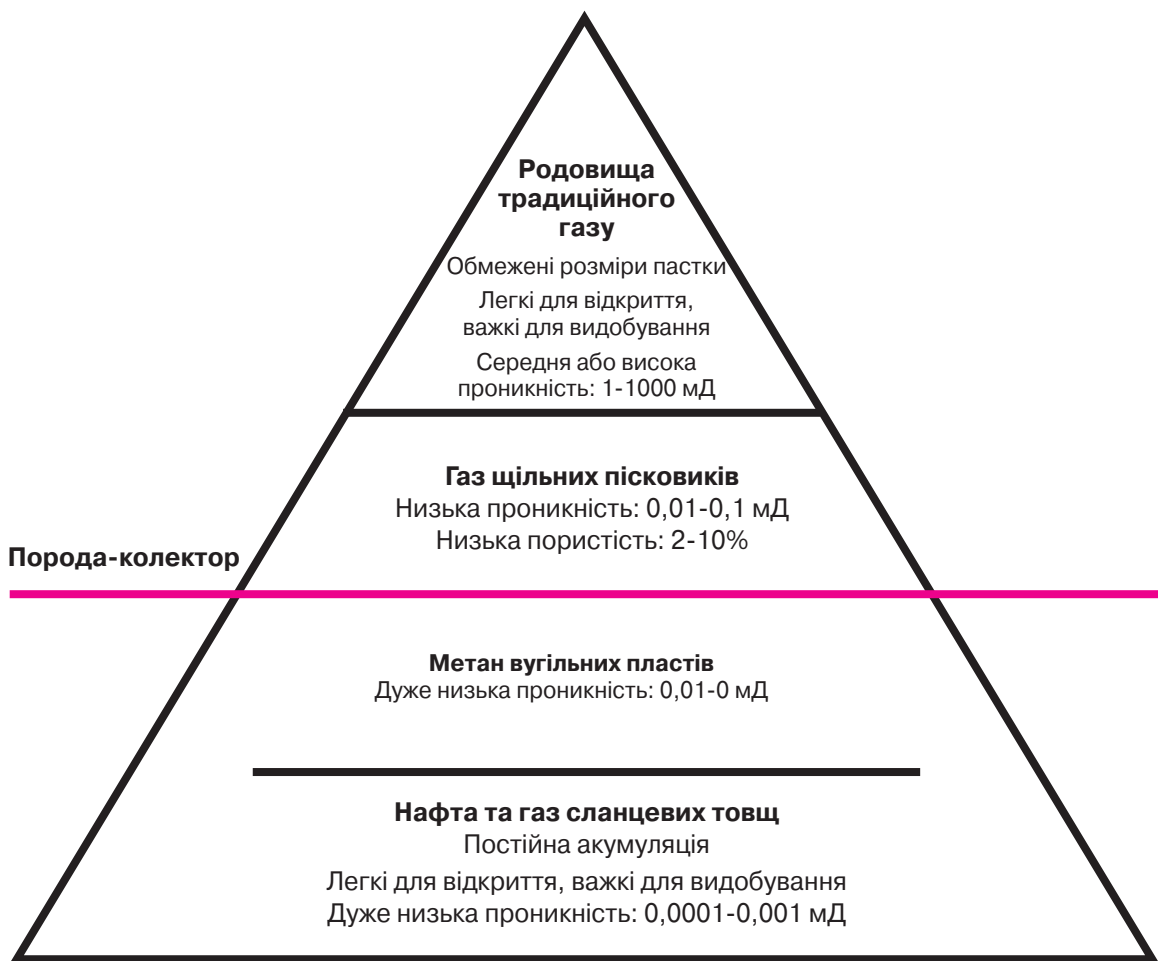


Рис. 1. Основні види нетрадиційних вуглеводневих ресурсів

Fig. 1. Major types of unconventional hydrocarbon resources

3. Бітумінозні, нафтові піски (англ. oil sands, oil-bearing sands, bituminous sands).

4. Нафта з горючих сланців (англ. oil shale).

5. Газ щільних пісковиків:

а) газ центральнобасейнового типу (англ. basin-central gas);

б) газ щільних пісковиків (англ. tight sands gas).

Результати досліджень

Геологічні умови розміщення нетрадиційних скупчень газу так званого неконвекційного газу, на відміну від традиційного (конвекційного) газу, можна охарактеризувати як скупчення природного газу, які містяться в породах з низькою проникністю.

Резервуари нетрадиційного газу мають як спільні характеристики, так і суттєво від-

мінні. Основні спільні характеристики, що характеризують усі типи нетрадиційних ВВ – скупчення газу, поширені регіонально. Наявність газу не асоціюється з геологічними пастками – структурними, стратиграфічними та літологічними (рис. 2):

– бідні петрофізичні властивості, які змінюються в широкому діапазоні в межах товщі (пористість і проникність);

– буріння горизонтальної свердловини та застосування в горизонтальній свердловині багатоступінчастого гідророзриву пласта, а також інших складних технологій видобування (кар’єрний метод видобування, внутрішньопластовий свердловинний метод видобування).

Основні відмінні характеристики, які характеризують усі типи нетрадиційних ВВ, такі:

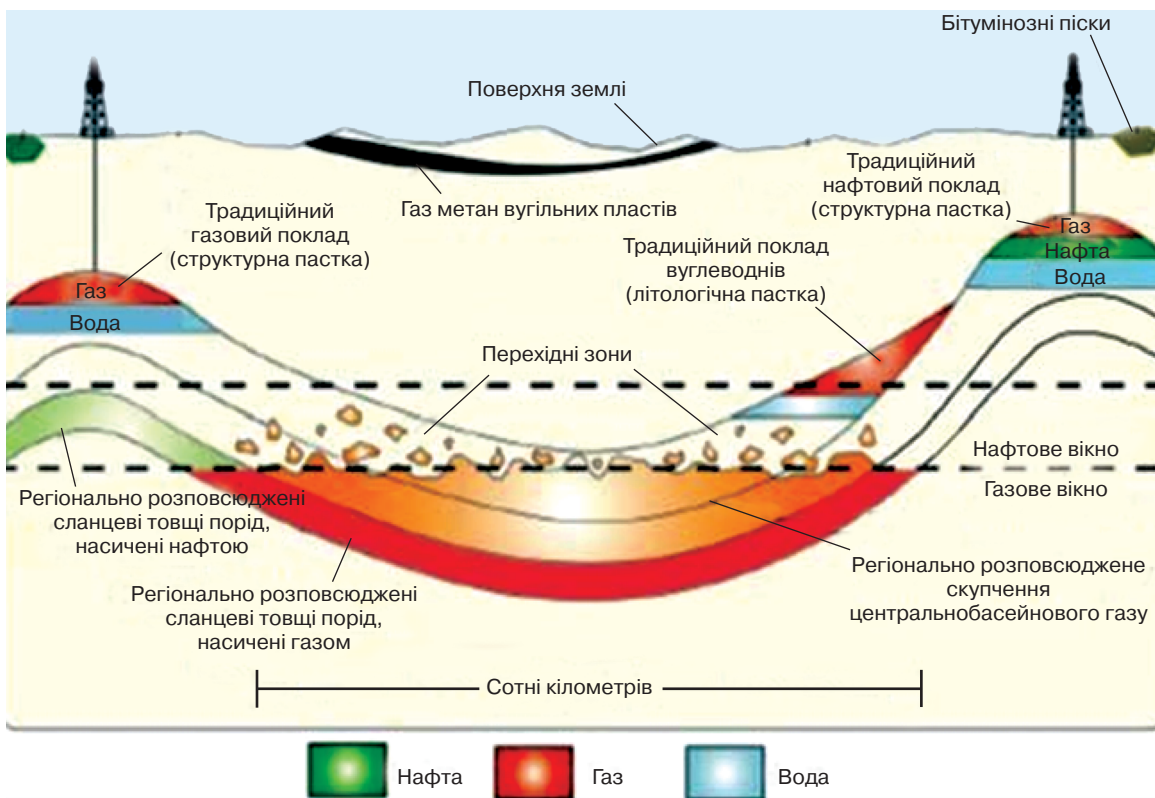


Рис. 2. Основні форми залягання вуглеводнів у надрах

Fig. 2. Major forms of hydrocarbon bedding

– сланцеві породи, вугілля та горючі сланці є материнською породою, що здатна генерувати ВВ, оскільки може накопичувати та захоронювати в необхідній кількості органічну речовину (рис. 3).

Діапазон зміни проникності різних типів порід:

– щільні пісковики, нафтові та бітумінозні піски є породами-колекторами, в які ВВ мігрували після генерування термічно зрілою материнською породою та зазнали вторин-

них змін як колекторських властивостей, так і фазового стану флюїдів;

– ВВ в материнській породі перебувають у вільному (природні мікропори й мікротріщини) та адсорбованому органічною речовиною стані, а у щільних пісковиках, нафтових та бітумінозних пісковиках – у вільному стані.

Досвід видобування ВВ в американських сланцевих басейнах показує, що кожне родовище потребує індивідуального наукового підходу. Адже воно має цілковито

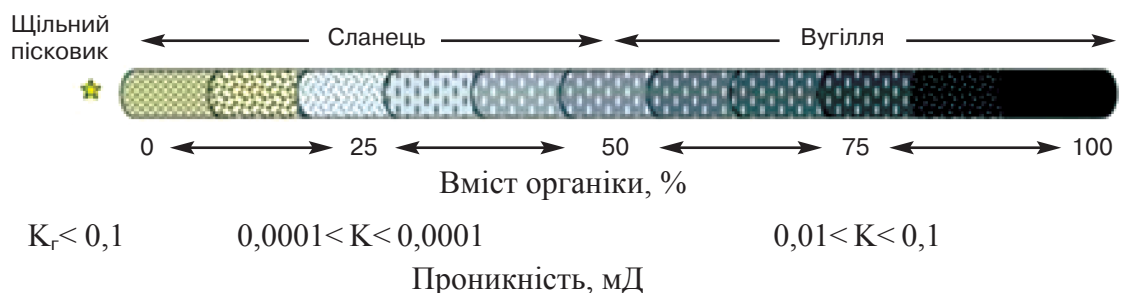


Рис. 3. Діапазон зміни вмісту органічної речовини різних типів порід

Fig. 3. Range of organic matter content change in different types of rocks

унікальні геологічні особливості, характеристики експлуатації, а також істотно різні проблеми видобування. До останнього часу використовувалася класифікація порід, за якою порода не вважалася колектором, якщо її проникність була менше ніж 0,1 мД, а пористість теригенних порід менше 6%. Наразі при технічному прогресі видобувної галузі колекторами вважаються породи, які мають проникність менше 0,001 мД.

Пошукові роботи на нафту й газ нетрадиційних колекторів у світовій практиці визначили новий підхід до пошуку перспективних ділянок. Виявлення в осадовому чохла товщ, які б могли генерувати ВВ, проводять за кількісними критеріями, а саме:

- наявністю глинистих товщ з вмістом сапропелевої або гумусової органічної речовини;

- підвищенням вмістом органічної речовини понад 1,5–2% при потужності не менше 10 м;

- достатньою для генерації ВВ термальною зрілістю порід, яка визначається за показником відбиття вітриніту при R^0 від 0,8 до 1,2. Також під час спостереження за керогеном на шліфі в прямому світлі визначається колір спор і пилку (*palyno-morphes*), за зміною кольору можна встановити ступінь термальної зрілості відкладів. Індекс теплових змін є показником, починаючи від 1 до 7, що охоплює всі рівні зрілості, з незрілих до органічного метаморфізму:

- у складі породи кількість глинистих матеріалів не має перевищувати 50%;

- відношення перспективних відкладів до відновлювальної геохімічної фації.

Результати дослідження науковців НАН України [Лукин, 2011] показали, що серед чинників газонакопичення в щільних породах, насамперед чорних сланцях, головним є явище нерівномірної гідрофобізації (як у результаті генерації керогеном бітумоїдів, так і внаслідок присутності сингенетичної вугільної й бітумної органіки). Саме вона ініціює процеси капілярного усмоктування метану з різних джерел (катагенетична генерація його керогеном, водорозчинний метан підземних вод, струмінна міграція з великих глибин). Це дає можливість не тільки зрозуміти причину феномену вказаної невідповідності, але й припустити нові,

надійніші критерії пошуків і розвідки сланцевого, центральобасейнового, а також вугільного газу. Крім того, у світлі концепції природного капілярного насоса з накачування газу в гідрофобні нано- та мікропроникні породні середовища є підстави розглядати їх як нетрадиційні ресурси, що відновлюються.

Геолого-економічне обґрунтування доцільності проведення пошуково-розвідувальних робіт передбачає аргументоване доведення наявності в надрах досліджуваної території сприятливих умов для формування скупчень ВВ, зокрема, в резервуарах нетрадиційного типу. Сучасна теорія і практика геологічного прогнозу перспектив пошуку ВВ заснована на аналізі геологічних передумов (сукупність сприятливих ознак і критеріїв) нафтогазоносності, що залежать від умов формування та розташування їх скупчень у земній корі.

Критерії оцінки нафтогазоносності – це ознаки нафтогазоносності, на основі яких визначають можливу нафтогазоносність геологічних об'єктів за ступенем їх перспективності [Маєвський, 2004]. При цьому виділяють групи загальних, необхідних та достатніх критеріїв. У цілому, критерій повинен відповідати вимозі необхідності, а комплекс критеріїв – вимозі достатності, направленості на вирішення завдань та відповідності масштабу прогнозованого об'єкта [Євдошук, 1997].

Критерієм оцінки кожного типу нетрадиційного природного вуглеводневого ресурсу є комплекс характерних тільки для цього типу ознак, які залежать насамперед від умов утворення та міцності зв'язку природних газів з породою (вільний газ, адсорбований, абсорбований).

До загальних критеріїв прогнозування перспектив пошуку та видобування нетрадиційних вуглеводневих ресурсів належать фаціально-літологічні, структурно-тектонічні, гідрогеологічні, геохімічні, термобаричні та економічні.

Для групи *необхідних критеріїв* оцінки перспективності як традиційних вуглеводневих покладів, так і нетрадиційних передусім повинні існувати сприятливі геологічні умови для формування окремих типів вуглеводневих ресурсів: джерело формування,

колектор, покривка, структура або вуглеводневоміщуючі товщі з промислово значущими параметрами, міграція, акумуляція і консервація скупчень вуглеводневих флюїдів, запаси яких мають забезпечувати їх екологічно безпечно та рентабельно розробку.

Достатні критерії утворення різних типів вуглеводневих скупчень існують у вигляді комплексів для кожного типу окремо. За різними геологічними умовами формування кожного типу нетрадиційних скупчень ВВ поєднання критеріїв у комплексах істотно різні і мають ймовірний характер. Тільки сприятливе поєднання комплексу критеріїв, які відповідають принципу достатності, забезпечує формування вуглеводневого ресурсу.

Реальність формування окремих типів нетрадиційних скупчень ВВ повинна забезпечуватись унікальним поєднанням усіх головних факторів у конкретних геологічних умовах: генераційних, фаціально-літологічних, структуроформуючих, міграції, акумуляції та консервації.

Важливу роль тут відіграє часова відповідність необхідних, а також достатніх критеріїв при домінуючому значенні одного чи кількох з них.

За приклад комплексу достатніх критеріїв можна взяти поєднання відповідності періоду відносної стабільності, генерації, формування структур, міграції та акумуляції флюїдів, перевищення кількості вуглеводневих флюїдів, що надходять, над диспергуючими.

У практиці прогнозування та виявлення нетрадиційних вуглеводневих об'єктів важливого значення набувають геофізичні критерії, серед яких найголовніші такі:

- наявність кондиційних структурних карт по підшві та покривлі продуктивної товщі або конформних їм відбиваючих горизонтів;

- надійне відбиття та трасування в плані екрануючих елементів (ідентифікація від профілю до профілю, взаємоузгодженість інтерпретації у межах моделі);

- прогноз наявності колекторів та їх розповсюдження за методами прогнозування геологічного розрізу, фаціального, літологічного, геоморфологічного, палеотектонічного, сейсмостратиграфічного аналізів;

- створення сейсмічного образу перспективного об'єкта за допомогою сейсмічного моделювання та даних ГДС;

- дійсність стратиграфічної прив'язки відбиваючих границь.

Поряд з геолого-геофізичними критеріями важливе значення має встановлення економічних критеріїв у виділених типах нетрадиційних вуглеводневих ресурсів. Виявлення цих критеріїв, як і геолого-геофізичних, спрямоване на забезпечення прийняття рішень при визначенні оптимального варіанту напряму геологорозвідувальних робіт та наступної ефективної й екологічно безпечної розробки розвіданих запасів ВВ нетрадиційних типів.

Основними геолого-економічними показниками є кількість запасів ВВ у зоні пошуково-розвідувальних робіт, якість запасів (шкідливі домішки), глибина залягання запасів, місцеві та екологічні ризики вивчення і освоєння запасів, близькість газо-, нафтокондесатопроводів, наявність споживачів (особливо на місцеві потреби), а також облаштованість території.

Очевидно, що прогнозовані і виявлені типи нетрадиційних скупчень ВВ відрізняються одне від одного як за геолого-геофізичними, так і за економічними показниками. Кожен з цих типів має свої капітальні вклади, собівартість продукції та величину передбачуваного прибутку. Природно, що за цих умов при розгляді та аналізі техніко-економічних показників, якими характеризуються нетрадиційні вуглеводневі скупчення, що порівнюються, і варіанти їх освоєння, питання правильного вибору та прийняття однозначного рішення є досить складними.

Одним із шляхів вирішення проблеми прогнозування, пошуку та оцінки нетрадиційного вуглеводневого ресурсу є використання системи критеріїв, характерних тільки для цього типу вуглеводневого ресурсу. При виявленні, прогнозуванні та оцінці нетрадиційного типу вуглеводневих покладів у системі критеріїв можуть поряд з економічними входити і неекономічні – наприклад, ступінь екологічного ризику.

Показовість і надійність цих критеріїв, їх зв'язок з фактичною нафтогазоносністю та теоретичною моделлю формування окре-

мих типів нетрадиційних ресурсів ВВ нами перевірені за результатами аналізу фактичного геолого-промислового матеріалу, отриманого при проведенні пошуково-розвідувальних робіт у Східному нафтогазоносному регіоні. При цьому були враховані результати досліджень вітчизняних науковців [Нетрадиційні..., 2013] та досвід провідних іноземних компаній [Болгарія..., 2012; Наумко та ін., 2012; Atlas..., 1993; Books..., 2010; Masters, 1979; Modern..., 2009]. В результаті проведених нами досліджень встановлені основні геолого-геофізичні та економіко-екологічні критерії виявлення та оцінки перспектив промислового видобування нетрадиційних вуглеводневих ресурсів: сланцевого газу та сланцевої нафти, метану вугільних товщ, газу ущільнених порід центральнобасейнового типу, які подані в таблиці.

На підставі наведеного варто зазначити, що формування нетрадиційних вуглеводневих скупчень обумовлюється реалізацією всіх загальних, необхідних і достатніх критеріїв, певною локалізацією по площі і розрізу групи структуроформуючих і нафтогазогеологічних факторів та їх поєднанням.

Для визначення напрямів та послідовності проведення геолого-прогнозних робіт з метою оцінки нетрадиційних вуглеводневих ресурсів спочатку необхідно виконати спеціалізовані геологічні дослідження для районування території осадових відкладів фанерозою з виділенням перспективних літолого-стратиграфічних комплексів порід, тектонічних структур і площ для пошуків і підготовки їх до промислового освоєння.

Висновки

Враховуючи необхідність зростання видобування природного газу в Україні, актуальною проблемою є комплексне вивчення нафтогазоносних територій, насамперед нетрадиційних вуглеводневих покладів.

Для відкриття покладів *сланцевого газу* основним об'єктом досліджень варто вважати алевроліто-аргілітові тріщинуваті та сланцюваті-аргілітові типи порід, товщі яких розміщені в нафтогазопродуктивному розрізі й поділяють поверхні нафтогазоносності.

За аналогією з поширенням *центрально-*

нобасейнового газу в нафтогазоносних басейнах Північної Америки в Дніпровсько-Донецькій нафтогазоносній області відкриття покладів такого типу можна очікувати у відкладах з термальною зрілістю не нижче МК₁₋₂, тобто в ГЗН або ГЗГ (головні зони нафто- та газотворення).

Геологічні запаси *сорбованого у вугіллі газу та вільний газ у малопроникних пісковиках і сланцях міжвугільних товщ* Донбасу потребують довивчення для комплексної оцінки метаноносності та газовіддачі вуглепородних товщ на технічно можливу глибину розкриття для подальшого переведення їх у видобувні. Зважаючи на наявність геологічних умов для вертикальних потоків з мантії («газових колон») або зі зруйнованих інверсією вуглеводневих покладів, зон підвищеної тріщинуватості та відсутність надійних гідро- і газоекранів, можна прогнозувати поширення всередині кам'яновугільних товщ Донбасу покладів ВВ різних типів і в різних резервуарах.

Загалом, на основі сингенетичності геологічних умов формування нетрадиційних джерел ВВ у Дніпровсько-Донецькій западині величина їх потенційних ресурсів має значно перевищувати загальну оцінку традиційних ресурсів по западині, яка становить 6,8 трлн м³ газу.

Дослідження історії та результатів геологопошукових і видобувних робіт як у світі, так і в Україні дає можливість визначити основні завдання для вирішення проблеми використання значного ресурсного потенціалу нетрадиційних ВВ:

- збір, узагальнення й аналіз даних світових ресурсів ВВ, пов'язаних з нетрадиційними покладами і резервуарами їх накопичення й збереження: геологічна будова басейнів та окремих родовищ, їх склад, літологічні особливості порід, технології розробки;

- геологічний і літолого-стратиграфічний аналіз потенційних структур і товщ;

- аналіз матеріалів буріння й геофізичних досліджень свердловин у межах цих структур;

- вивчення речовинного складу, петрофізичних, петрографічних, мінералогічних особливостей, їх систематизація та типізація як можливих газовмісних об'єктів;

Exploration – prognosing criterias and indicators for estimation prospects of unconventional hydrocarbon resources

Сланцевий газ та сланцева нафта	Метан вугленосних товщ	Ущільнені породи центральнобасейнового типу
<ul style="list-style-type: none"> – наявність суцільної, неперервної за літологічним складом товщі осадово-глинистих, алевро-підкладно-глинистих та карбонатно-глинистих порід на стадії мезокатагенезу з вмістом органічної речовини >2%; – підвищені значення інтенсивності теплового потоку надр; – вміст глинистості та гідролюдистості складових не перевищує 50%, вміст кварцової складової забезпечує достатню крихкість порід для штучного їх розущільнення; – наявність самосформованого газу (вільного, сорбованого, розчиненого); – термальна зрілість порід від нижньої МК₂ (R°=0,80) до середньої частини АК₂ (R°=3,0); – фільтраційно-емісійні властивості порід-резервуарів: пористість >2-3%, проникність >0,01мД; – наявність епігенетичної та тектонічної тріщинуватості; – ознаки газопроявів у свердловинах під час розкриття газоносних пластів у розрізі сланцевої товщі; – за результатами геофізичних досліджень свердловин встановлено підвищені значення електричного опору газоносних продуктивних пластів відносно аналогів, але водонасичених порід в інших інтервалах або свердловинах, підвищені значення радіоактивності; – сумарна товщина продуктивного інтервалу >30 м; – глибина залягання продуктивної товщі – до 4500 м; – достатня гідрогеологічна закритість надр; – ресурси газу >300 млрд м³, нафти > 10 млн т; – щільність запасів >300 млн м³/км² газу; – площа оціночної ділянки >500 км² 	<ul style="list-style-type: none"> – наявність вугільних пластів і вміщуючих порід, в яких внаслідок біохімічних і фізичних процесів перетворення (вуглефікації) рослинного матеріалу продукується газова суміш, в тому числі з глибинних джерел; – наявність покладів малорухомих газів всередині вугленосної товщі, техногенних покладів газів у зонах видобування вугілля із вугленосної товщі, вуглеводневих газів підземної дегазації та провітрюваних шахт; – вільний газ покладів у структурних і комбінованих пакетах резервних, шахтних полів та ділянок, які розвідуються; – газ метан, який утримується у вільному (10%), сорбованому (88%) та розчиненому (2%) станах; – ступінь перетворення вугілля та газів в залежності від термодинамічних умов: катагенез МК₁–АК₁ (вугілля від марки Г до марки Т); – метаносність (газонасність) вугільної товщі >7 м³/т сухої беззольної маси – в залежності від структурних умов та глибини залягання; – склад та фізико-хімічні властивості порід: відсоткове значення вітриніту, фюзиніту, лейптиніту, семивітриніту; – сорбційні та колекторські властивості: крихкість та ендогенна і техногенна тріщинуватість, пористість >4-7 %, газопроникність >0,1 мД; – глибина залягання вугільних пластів – >500 м; – наявність і потужність газонепроникних відкладів; – гідрогеологічні умови залягання: мінералізація пластових вод не повинна перевищувати гранично допустимих концентрацій, які вимагають спеціальних засобів демінералізації; – загальні ресурси газу > 10 млрд м³ з щільністю запасів >150 млн м³/км²; – якість газової суміші: вміст вуглеводнів >60% 	<ul style="list-style-type: none"> – наявність ущільнених порід всіх генетичних типів відкладів ліноподібних або пошарових форм та умов міграції і глибинної дегазації в залежності від їх сучасного структурно-тектонічного положення в нафтогазоносному басейні, представлених вторинно зміненими пісковиками та алевролітами з різноманітними текстурними і структурними особливостями; – термальна зрілість порід від 0,7% R° до 1,3% R° (від верхів зони МК₂ до низів зони МК₅); – фільтраційно-емісійні властивості порід: пористість >3%, проникність >0,005 мД; – сумарна товщина продуктивної товщі сягає понад 500 м; – глибина залягання – до 6000 м; – газ, розповсюджений в зоні ускладненого водообміну з характерною маловодністю продуктивної товщі і відсутністю традиційних газодонних контактів; – екрани скупчень здебільшого не пов'язані з літолого-стратиграфічними границями, а обумовлені каплярними силами; – поверхня розповсюдження центральнобасейнового газу визначається гіпсометрією поверхні АВПТ або АНПТ; – тектонічні умови формування ресурсів газу центральнобасейнового типу визначаються наявністю зон тріщиноутворення поблизу тектонічних порушень та ділянок із зміною кутів залягання порід; – локалізовані сумарні ресурси газу >30 млрд м³; – щільність запасів газу >150 млн м³/км²; – площа оціночної ділянки >250 км²; – екологічно безпечні умови розвідки та видобування

- вивчення форми знаходження ВВ, їх компонентного складу, ізотопії;
- аналіз можливостей геофізичних методів, зокрема 3D моделювання, для попередньої оцінки потенційного значення нетрадиційних джерел ВВ;
- створення геолого-геохімічної моделі формування покладів нетрадиційних ВВ;
- розробка наукових засад оцінки ресурсів і запасів нетрадиційних ВВ;
- геолого-економічна оцінка доцільності використання нетрадиційних вуглеводневих покладів;
- виявлення, підготовка та еколого-економічна оцінка першочергових об'єктів для проведення геологорозвідувальних робіт.

Список літератури / References

1. *Болгария* вслед за Хорватией откажется от российского газа. 2012. [Електронний ресурс]. <http://korrespondent.net/business/economics/1236825-bolgariya-vsled-za-horvatiej-otkazhetsya-ot-rossijskogo-gaza>

Bulgaria after Croatia will refuse of the Russian gas, 2012. Available at: <http://korrespondent.net/business/economics/1236825-bolgariya-vsled-za-horvatiej-otkazhetsya-ot-rossijskogo-gaza> (in Russian).

2. *Євдошук М.І.* Ресурсне забезпечення видобутку вуглеводнів України за рахунок малорозмірних родовищ. Київ: Наукова думка, 1997. 277 с.

Yevdoshchuk M., 1997. Resources provision of hydrocarbons extraction in Ukraine at the expense of small deposits. Kyiv: Naukova Dumka, 277 p. (in Ukrainian).

3. *Наумко І.М., Куровець І.М., Куровець С.С., Сахно Б.Е., Чепусенко П.С.* Леткі компоненти флюїдних включень у мінералах і закритих пор порід перспективно сланцевогазоносних комплексів палеозою Волино-Поділля. *Доп. НАН України*. 2013. № 11. С. 116–123.

Naumko I., Kurovets I., Kurovets S, Sahno B, Chepusenko P., 2013. Volatile components of fluid inclusions in minerals and rock closed pores of the promising gas shale Paleozoic complexes of the Volyno-Podillya. *Dopovidi NAN Ukrainy*, № 11, p. 116–123 (in Ukrainian).

4. *Лукин А.Е.* О природе и перспективах газоносности низкопроницаемых пород осадочной оболочки Земли. *Доп. НАН України*. 2011. № 3. С. 114–123.

Lukin A., 2011. About gas nature and prospects of low-permeability rocks of Earth sedimentary

Визначаючи в Україні величезні потенційні можливості нетрадиційних вуглеводневих ресурсів різних геолого-промислових типів, виявлення та розробка їх промислових запасів суттєво доповнить обсяги внутрішнього видобування цієї енергетичної сировини. Оскільки в Україні відсутній досвід промислового освоєння нетрадиційних вуглеводневих запасів, методичні прийоми оцінки перспектив виявлення і пошуково-прогнозні критерії створюють основу для визначення напрямів пошуково-розвідувальних робіт і подальших досліджень з їх удосконалення та розширення на підставі досвіду практичного застосування.

shell. *Dopovidi NAN Ukrainy*, № 3, p. 114–123 (in Russian).

5. *Нетрадиційні джерела вуглеводнів України*. Кн. 5. Перспективи освоєння ресурсів сланцевого газу та сланцевої нафти Східного нафтогазоносного регіону України. Київ: ТОВ «ВТС ПРИНТ», 2013. 240 с.

Unconventional hydrocarbon resources of Ukraine. Book 5. Development potential of shale gas and shale oil resources in Ukraine, 2013. Kyev: LTD «VTS PRYNT», 240 p. (in Ukrainian).

6. *Маєвський Б.Й., Лозинський О.Є., Гладун В.В., Чепіль М.П.* Прогнозування, пошуки та розвідка нафтових і газових родовищ. Київ: Наукова думка, 2004. 446 с.

Mayevskiy B., Lozynskiy O, Gladun V., Chepil M., 2004. Prognosis prospecting and exploration oil and gas deposits. Kyiv: Naukova Dumka, 446 p. (in Ukrainian).

7. *Atlas of major low-permeability sandstone gas reservoirs in the continental United States* / S.P. Dutton, S.J. Clift, D.S. Hamilton, else. Austin Texas, 1993. 460 p.

Atlas of major low-permeability sandstone gas reservoirs in the continental United States, 1993. / S.P. Dutton, S.J. Clift, D.S. Hamilton, else. Austin Texas, 460 p. (in English).

8. *Books and Catalogs web CBM*, 2010. Available at: http://www.halliburton.com/public/pe/contents/Books_and_Catalogs/web/CBM/CBM_Book_Intro.pdf

Books and Catalogs web CBM, 2010. http://www.halliburton.com/public/pe/contents/Books_and_Catalogs/web/CBM/CBM_Book_Intro.pdf (in English).

9. *Masters I.A.* Deep Basin gas trap Western Canada. *AAPG Bulletin*. 1979. Vol. 63, № 2. P. 152–186.

Masters I.A., 1979. Deep Basin gas trap Western Canada. *AAPG Bulletin*. vol. 63, № 2, p. 152–186 (in English).

10. *Modern Shale Gas Development in the United States: A Primer Work Performed Under DE-FG26-04NT15455* Prepared for U.S. Department of Energy Office of Fossil Energy and National Energy Technology Laboratory, Prepared by Ground Water Protection Council Oklanoma City, OK 73142 405-516-4972. Available at: www.gwpc.org, and ALL Consulting Tulsa, OK 74119 918-382-7581. www.all-llc.com. April 2009. 116 p.

Modern Shale Gas Development in the United States: A Primer Work Performed Under DE-FG26-04NT15455 Prepared for U.S. Department of Energy Office of Fossil Energy and National Energy Technology Laboratory, Prepared by Ground Water Protection Council Oklanoma City, OK 73142 405-516-4972. Available at: www.gwpc.org, and ALL Consulting Tulsa, OK 74119 918-382-7581. www.all-llc.com. April 2009. 116 p. (in English).

Стаття надійшла
11.03.2015