

© Н.В. Вергельська  
канд. геол. наук  
Інститут геологічних наук НАН України

## Структурно-тектонічні особливості формування покладів газу у вуглепородних масивах Донбасу

УДК (552.574:551.578.1):551.242](477.6)

Сучасні структурно-тектонічні особливості поширення газу у вуглепородних масивах Донбасу формувалися під впливом тектонічних процесів, які проявлялися протягом чотирьох етапів тектоногенезу: від пермі до неогену. Тектонічні процеси змінювали гіпсометричні рівні структур вугільних товщ. Сучасна газоносність вугленосних товщ значною мірою сформувалася шляхом просторового перерозподілу вугле-метаморфогенних газів, у тому числі й тих, що мігрують із глибоких горизонтів. Метан вуглепородного масиву є потужним альтернативним джерелом вуглеводнів, тому видобування газу-метану вуглегазових родовищ є перспективним у нашій країні.

**Ключові слова:** вуглепородні масиви, газоносність, Донбас, тектонічні порушення, газ-метан вуглепородних масивів, вуглегазові родовища.

Современные структурно-тектонические особенности распространения газа в вуглепородных массивах Донбасса формировались под воздействием тектонических процессов, которые проявлялись в течении четырех этапов тектоногенеза: от перми к неогену. Тектонические процессы изменяли гипсометрические уровни структур угольных толщ. Современная газоносность угленосных толщ в значительной степени сформировалась путем пространственного перераспределения углеметаморфогенных газов, в том числе и мигрирующих из глубоких горизонтов. Метан вуглепородного массива является мощным альтернативным источником углеводородов, поэтому добыча газа-метана углегазовых месторождений является перспективной в нашей стране.

**Ключевые слова:** вуглепородные массивы, газоносность, Донбасс, тектонические нарушения, газ-метан вуглепородных массивов, углегазовые месторождения.

Actual structural and tectonic peculiarities of gas occurrences within the Donbas coal rock massifs were formed under influence of the tectonic processes taken place during four stages of tectogenesis from Permian to Neogene times. Those tectonic processes changed hypsometric levels of the structures in coal measures. Present-day gas potential of coal-bearing strata was formed mainly by spatial re-distribution of gases produced during coal maturation and those ones migrated upward from deeper horizons. Coalbed methane of coal-bearing rock massifs is a powerful unconventional source of hydrocarbons thus the production of methane from gas-bearing coal fields is an additional resource for energy supply in this country.

**Key words:** coal rock massif, gas potential, Donbas, faults, coalbed methane, gas-bearing coal fields.

Питання вилучення газу-метану вуглепородних масивів існує від початку розвитку вуглевидобування. Останнім часом більшість вуглевидобувних країн світу досліджують та видобувають метан вуглегазових родовищ. За різними оцінками, світові ресурси метану у вугільних басейнах становлять 93,4–285,2 трлн м<sup>3</sup>. Шахтний метан як супутню корисну копалину використовують понад 40 років. Шахтні методи дегазації метану широко застосовують у Німеччині (ресурси 3–4 трлн м<sup>3</sup>), Англії (1,9–2,8 трлн м<sup>3</sup>), Австралії (6,0 трлн м<sup>3</sup>) та інших країнах. У Польщі (ресурси 1,6–2,0 трлн м<sup>3</sup>), Чехії (1,1–1,5 трлн м<sup>3</sup>), Китаї (25–30 трлн м<sup>3</sup>) активно ведуться роботи з використання метану як у процесі видобування вугілля з шахт, так і на розвіданих вугільних родовищах. Метан вугільних родовищ на 35–40 % дорожчий від природного газу, однак у США із урахуванням знижок, організаційно-виробничих заходів, передбачених спеціальним законодавством, видобування метану з вугільних шарів цілком рентабельне.

Україна за ресурсами метану вугільних (вуглегазових) родовищ, за різними підрахунками, займає четверте–дев'яте місце у світі. Запаси метану вугленосної товщі Донецького басейну становлять понад 25,0 трлн м<sup>3</sup>, Львівсько-Волинського – 10,3 трлн м<sup>3</sup>, а придатні для вилучення сягають 3,0–3,5 трлн м<sup>3</sup>.

В основному, метан вуглегазових родовищ розцінюють як супутню корисну копалину, й дегазацію масиву проводять здебільшого для запобігання раптових викидів та небезпечних ситуацій. Лише на окремих шахтах проводять дегазацію з подальшим переробленням вилученого газу як для власних потреб шахт, так і для заправки автомобілів.

Дослідження умов і закономірностей формування та розміщення скупчень газу в осадовій товщі вуглепородних масивів дає змогу оцінювати їх газоносність в Україні. Використання комплексного підходу та реалізація сучасних ефективних техно-

логії видобування газу вуглепородних масивів та його утилізації є перспективними на усіх стадіях розробки масивів (попередня та поточна дегазація та дегазація відпрацьованого простору).

### Матеріали та методи дослідження

На основі власних та попередніх досліджень вуглепородних масивів Донецького басейну [1, 2–4] проведено аналіз, узагальнення та визначення тектонічних, структурно-стратиграфічних особливостей зон із різною газоносністю. Значний фактичний матеріал, отриманий після проведення геологорозвідувальних робіт кам'яновугільних басейнів, допомагає визначенню особливостей формаційних та пост-формаційних процесів формування сучасного газового стану вуглепородних масивів. Для більш точного з'ясування особливостей газоносності вуглепородних масивів проведено порівняння окремих показників різних районів Донбасу та Львівсько-Волинського басейну за власними та попередніми дослідженнями [5, 1, 2–4].

### Результати дослідження

Генезис, міграція, форми знаходження (колектори) вуглеводнів у вуглепородних масивах аналогічні процесам, характерним для природних газів у осадових формаціях. У той же час існують певні особливості утворення та еволюції вугленосної формації, які зумовлюють специфіку формування природної газоносності вугленосних товщ. Неперервно-перервна міграція до поверхні газів із більш низьких горизонтів супроводжується тектонічними (вулканотектонічними) процесами (рухами) і призводить до вертикальної газової зональності у вугленосних товщах. На основі співвідношень газових компонентів Г.Д. Лідін [6] виділяв чотири основні геохімічні зони, а А.І. Кравцов [1] – п'ять. Але найбільш практичним у процесі експлуатації вугільних родовищ є виділення двох основних газоносних зон: зона неметанових газів (газового вивітрювання) та зона метанових (вуглеводневих) газів; для антрацитів виділяють зону вуглекислих газів [7]. Природні гази вугленосних відкладів – багатоконпонентні суміші вуглеводневих газів (від СН до С<sub>6</sub>Н<sub>14</sub>) та неуглеводневих сполук (азоту, водню, вуглекислих газів, гелію, аргону) визначені під час вивчення залишкових газів вуглепородних масивів [8] та за даними інших дослідників [1, 6, 7].

Метан у вугленосних товщах знаходиться в сорбованому, вільному та у водорозчиненому стані у вміщуючих породах, а також у вугільних пластах, що характерно як для Донецького, так і Львівсько-Волинського басейнів. У Донецькому басейні, за даними попередніх досліджень [1–5, 9–12], в інтервалі глибин 500–1800 м ресурси метану вуглепородних масивів оцінюють у 12–22 трлн м<sup>3</sup>: із 12 трлн м<sup>3</sup>, придатних до промислового видобування, 0,43 – знаходиться у водорозчиненому стані, 1,46 – у вугільних пластах завтовшки понад 0,3 м і 9,92 – у вуглепородному масиві. Під час видобування вугілля метан із вугільного пласта, пластів-супутників та вміщуючих порід виділяється у вироблений простір. Після відпрацювання вугільних пластів формуються скупчення газу в новоутворених техногенних колекторах: забутованому просторі виробленого вугільного пласта та (за рахунок додаткової тріщинуватості) у вуглепородному масиві над відпрацьованим пластом.

На більшості вугільних родовищ нижче метанової зони спостерігається різке збільшення метану від 25–95 %, із подальшим заглибленням відзначається стабілізація вмісту метану в межах 65–76 % за рахунок зростання кількості важких вуглеводнів. Закономірне збільшення важких вуглеводнів на шахтах Південного Донбасу, «Октябрьський Рудник», «Комсомолец», ім. О.Ф. Засядька та ін. (на глибинах 1000–1300 м) призводить до появи рідких вуглеводнів типу легкої нафти і газоконденсатів [1, 5, 7].

Сучасна газоносність вугленосних товщ значною мірою сформувалася шляхом просторового перерозподілу вуглеводне-газів, у тому числі й мігруючих із глибоких горизонтів. За геолого-геохімічними даними [11, 1, 4, 7, 13], природна газоносність вугленосних формацій представлена газами вугленосних товщ та газами міграційними, привнесеними у вугленосні відклади із більш глибоких горизонтів.

Всі складові газу вуглепородних масивів контролюються мозаїкою фізичних параметрів його різних частин як у непо-рушеному, так і у відпрацьованому масивах.

На сучасне поширення газу у вуглепородному масиві значний вплив мають тектонічні процеси, які проявлялися протягом етапів тектоногенезу: від пермі до неогену. Тектонічні процеси змінювали гіпсометричні рівні структур вугільних товщ. Під час активізації тектонічних рухів у вуглепородних масивах створювалися нові структури і пастки для газу, що пояснює його нерівномірне поширення у вугленосних товщах та збереженість у локальних зонах на різних гіпсометричних рівнях.

Вуглепородні масиви характеризуються значною кількістю порушень різної складності та амплітуди. Значні розривні порушення у різних випадках можуть виконувати кардинально різні функції: відкриті розривні порушення сприяють природній дегазації, яка забезпечує постійне зниження метанонасиченості вуглепородного масиву; закриті – створюють локальні газонасичені зони. Тріщини розривів впливають на поширення газу у вугленосній товщі як в умовах помірних (500–1000 м), так і великих (понад 1000 м) глибин.

Вплив порушень закритого типу на газоносність вугільних відкладів визначається, головним чином, співвідношенням елементів залягання самого розлому по відношенню до вміщуючих порід. Порушеність вуглепородного масиву формується структурним положенням насувів. Такі порушення характеризуються різним ступенем метанонасиченості своїх протилежних крил.

Відкриті порушення зазвичай розривають породи перпендикулярно до простягання і є шляхами міграції газів до денної поверхні.

Важливу роль у будові Донбасу відіграють розривні порушення, які здебільшого визначають тектонічні межі вуглепромислових районів. Розривні порушення Донецької складчастої споруди розділяються за структурною позицією на чотири генерації [11]:

- конседиментаційні скиди, які розвивалися протягом палеозою, перетинають палеозойські товщі; амплітуди цих порушень змінюються за стратиграфічним розрізом, затухаючи у верхніх горизонтах (потужності відкладів у висячих крилах більші, ніж у лежачих);
- герцинські насиви і, рідше, зсуви південно-західного напрямку перетинають докембрійські та палеозойські породи до пермських відкладів включно, але виповнюються

південно-донбаським магматичним комплексом і перекриваються відкладами тріасу (в разі відсутності порід тріасу – породами крейди) із кутовими незгідностями, мають максимальні сумарні амплітуди і визначають структуру Донбасу; згущення цих насувів утворює Південно-Донбаську меланжеву зону;

- ларамійські скиди північно-північно-західного простягання перетинають верхньокрейдові, а також більш древні породи та перекриваються палеогеновими відкладами, ускладнюючи герцинську структуру Донбасу;

- аттичні насуви північно-східного простягання, які сформували, в основному, північну зону дрібної складчастості, перетинають палеогенові та неогенові породи.

Одним з головних факторів нерівномірного поширення газу у вуглепородному масиві є характер розповсюдження сучасних геологічних структур, у яких розташовані вугленосні поклади. Газоносність вугільних пластів контролюється геологічними структурами, де простежується чіткий взаємозв'язок: газоносність вугільних пластів визначається наявністю дрібних структур різного характеру [1, 9–11], в яких газові поклади пов'язані з вугільними пластами та вміщуваними їх породами.

Поширення газів у вуглепородному масиві (як у вугіллі та породі) тісно пов'язані з тектонічною будовою шахтних полів як кожної окремої шахти, так і структур, у яких розташовані шахтні поля. Найбільш газоносними є верстви антиклінальних складок, а також зони деяких тектонічних порушень (Італійського насуву, Французького насуву та ін.). Підвищена газоносність у зонах тектонічних порушень швидше за все пов'язана з вертикальною міграцією газів із більш глибоких горизонтів.

Найбільш газоносними у вуглепородних масивах є екрановані зони дрібноамплітудних тектонічних порушень та антиклінальних структур. Потрібно зазначити: для відкри-

тих розривних порушень основним компонентом газової суміші є азот; для зон раптових викидів – незначні частки ненасичених вуглеводнів; для антрацитів – вуглекислий газ.

### Висновки

У межах вуглепородних масивів поширення газу на помірних глибинах контролюється структурним фактором, за винятком зон тектонічного впливу, а глибина залягання поверхні метанової зони визначається наявністю антиклінальних структур та розломів (відкритих і закритих), які відповідно сприяють дегазації вуглепородного масиву або створюють зони для накопичення вуглеводнів.

Ефективність видобування газу-метану визначається не стільки економічною доцільністю, скільки, переважно, проведенням дегазаційних робіт для забезпечення безпечних умов розробки вугільних пластів, які розташовані в метановій зоні масиву. Видобування метану з вуглепородних масивів забезпечує вирішення питань підвищення безпечних умов видобування вугілля, зменшення викидів метану в атмосферу, отримання газу, переважно, для власних потреб шахт. У зв'язку з вмістом значної кількості азоту у газах південно-західної частини Донбасу потрібно розглядати і вивчати умови його вилучення та використання в хімічній промисловості.

Значні ресурси газу вугільних родовищ на території України використовують лише на окремих шахтах, коли метанова частка сягає понад 25 % усієї газової суміші. Якісні характеристики газової суміші вугільних родовищ постійно змінюються за розрізом і падінням пласта, що особливо чітко вирізняє тектонічно порушені зони у вугільних пластах. Метан вуглепородного масиву є потужним альтернативним джерелом вуглеводнів, а тому видобування газу-метану вуглегазових родовищ є перспективним у нашій країні.

### Список використаних джерел

1. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР / Гл. ред. А.И. Кравцов. – М., Недра, 1979. – Т. 1: Угольные бассейны и месторождения европейской части СССР. – 628 с.
2. Пудак В.В. Исследование, разработка технологии и промышленное использование метана углегазовых месторождений Донбасса / В.В. Пудак, В.В. Конарев, А.Д. Алексеев, А.М. Брижанев // Уголь Украины. – 1996. – № 10–11 (478–479). – С. 68–72.
3. Іванців О.Є. Метан вугільних родовищ – нове нетрадиційне джерело енергетичної сировини / О.Є. Іванців, С.О. Лизун, Ю.П. Маркітан // Вісник ДУ «Львівська політехніка». – Львів, 1998. – № 2. – С. 324–326.
4. Комплексне освоєння газувугільних родовищ на основі поточкових технологій буріння свердловин / В.М. Мойсичин, І.М. Намуко, В.І. Пилипець [та ін.]. – К.: Наукова думка, 2013. – 310 с.
5. Бокий Б.В. Миграция и накопление глубинного газа как один из факторов возникновения аварийных ситуаций / Б.В. Бокий, Д.П. Гуня, Л.И. Пимоненко [и др.] // Тектоніка і стратиграфія. – 2013. – № 40. – С. 49–58.
6. Лидин Г.Д. Газообильность каменноугольных шахт СССР. В 3-х т. – М.: Изд-во АН СССР, Т.3. – 1949. – 350 с.
7. Павлов С.Д. Пути освоєния природных газов угольных месторождений / С.Д. Павлов. – Харьков, 2005. – 336 с.
8. Пат. № 79554 Україна, МПК G01V 9/00, E 21F 7/00. Спосіб визначення залишкової газової складової вуглепородного масиву / А.Я. Радзівіл, О.М. Сукачов, Н.В. Вергельська, М.Ю. Соболев; патентовласник – Інститут геологічних наук Національної академії наук України. – № 201212428; заявл. 30.12.2012; опубл. 25.04.2013, Бюл. № 8.
9. Вергельська Н.В. Про особливості газової складової вугільних пластів в тектонічно активних зонах (на прикладі ділянки Північно-Родінська-2 ДП ВК «Краснолиманська» / Н.В. Вергельська, О.В. Правоторова, І.О. Назарова // Зб. наук. праць УкрНДМІ. – 2011. – Т. 9, ч. 2. – С. 440–450.
10. Вергельська Н.В. Газоносність відпрацьованого простору діючих шахт Донбасу // Тектоніка і стратиграфія. – 2012. – Вип. 39. – С. 30–33.
11. Вергельская Н. Газов потенциал на въгленосния масив на Красноармейския въглищен басейн в зависимость от тектонските разломи (Донбас, Украина) / Вергельская Н., Кичка А., Назарова И. // Списание на Българското геологическо дружество. год. 75. – 2014. – Кн. 1–3. – С. 5–9.
12. Євдошук М.І. Показники газової складової як ознаки джерел газонасичення відпрацьованого простору діючих шахт Донбасу / М.І. Євдошук, Н.В. Вергельська // Зб. наук. праць УкрНДМІ, 2013. – Т. 13, ч. 2. – С. 308–319.
13. Vergelska N. Geological factors regulating gas distribution in coal-bearing rocks of the Krasnoarmiysk coal production district, Donets basin // GeoDarmstadt 2010, Frankfurt am Main & Darmstadt, 9–14 October, 2010, Abstract of Lectures&Poster. – P. 571–572.