

6. Ахметов И.Г. Вопросы электрогидравлического воздействия на призабойную зону скважин // Новое в теории и практике электрогидравлического эффекта. – К.: Наук. думка. – 1983. – С. 136-140.

7. Горелик С.С. Рентгеноструктурный и электроннооптический анализ. Приложения / Горелик С.С., Расторгуев Л.Н., Скаков Ю.А. – М.: Металлургия, 1970. – 108 с.

8. Руководство по рентгеноструктурному исследованию материалов / Под ред. В.А. Франк-Каменецкого. – Л.: Недра, 1975. – 399 с.

9. Joint Committee on Powder diffraction standards / A Pennsylvania Non-profit Corporation 1601. Park lane. Swarthmore, Pa. 19081. Printed in Philadelphia, 1975.

УДК 553.94:553.981:553.04 (477.8)

Член-кор. НАН України М.І. Павлюк,
канд. геол.-мін. наук С.І. Бик,
канд. геол.-мін. наук І.М. Наумко
(ІТГК НАН України)

ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКИЙ КАМ'ЯНОВУГІЛЬНИЙ БАСЕЙН – ПЕРСПЕКТИВНИЙ ГАЗОНОСНИЙ (МЕТАНОНОСНИЙ) РЕГІОН УКРАЇНИ

Отнесение Львовско-Волинского каменноугольного бассейна к перспективному газоносному (метаносному) региону Украины обосновано наличием значительных ресурсов (запасов) сорбированного газа-метана, отсутствием в регионе его достаточных других источников и удобным географическим расположением бассейна. Генерация газа-метана, его накопление в структурах-ловушках и формирование залежей промышленного значения происходила как за счет метаморфизма углей, так и притока в составе глубинных флюидов разломными зонами глубокого заложения в фундаменте.

LVIV-VOLYN' COAL BASIN AS A PERSPECTIVE GAS-BEARING (METHANE-BEARING) REGION OF UKRAINE

Classifying of the Lviv-Volyn' coal basin as a perspective gas-bearing (methane-bearing) region of the Ukraine is motivated by the presence of considerable resources (reserves) of the sorbed gas-methane, by the absence of its another sufficient sources and a suitable geographic location of the basin. Generation of gas-methane, its accumulation in the structures-traps and formation of deposits of commercial value occurred at the expense of both coal metamorphism and inflows contained in the deep-seated fluids brought down through the fault zones of deep-seated laying in the basement.

Вугленосні формації України є потужним акумулятором метану, що можна розглядати як супутню, так і самостійну корисну копалину – значний резерв вуглеводневої сировини для паливно-енергетичного комплексу України [1], і який, поряд з вугіллям, необхідно розвідувати, оцінювати запаси за тими ж категоріями, що й вугілля, вдосконалювати або розробляти нові технології видобутку і використання для задоволення потреб населення та промисловості.

Видобуток метану здійснюється у процесі дегазації вуглепородного масиву, чим вирішуються три важливі завдання [2]:

по-перше, створюються безпечніші умови видобутку вугілля щодо газового фактору;

по-друге, зменшуються техногенні викиди метану у повітря;

по-третє, економіка держави отримує значну кількість висококалорійного палива.

Детальні дослідження газоносності вугільних пластів і геохімії вугільних газів, які проводяться останні десятиріччя, дали можливість оцінити масштаби генерації газів у процесі метаморфічного перетворення вуглефікованої органічної речовини, а також визначити ймовірний об'єм газів, що зберігся на даний час у вугленосних відкладах кам'яновугільних басейнів. Ця проблема визначення кількості газів, які утворилися у вугільних басейнах під дією на органічну речовину мінливих термобаричних чинників, є надзвичайно важливою для газовугільної геології, оскільки сприяє переглядові думки окремих геологів щодо незначної ролі вугленосних і субвугленосних формацій як джерела вуглеводневих газів. Вирішення питання про значення вуглефікованої органічної речовини у процесі генезису метану відкриває нові перспективи як в оцінці його ресурсів, так і в пошуках газових родовищ у межах або поблизу нагромадження вугленосних відкладів.

Зручне географічне розташування Львівсько-Волинського басейну визначає його провідне місце в економіці західного регіону України. Великий фактичний матеріал, який було отримано у процесі пошуків, розвідки і промислового освоєння басейну, дав змогу вирішити значну кількість питань як загального, так і специфічного характеру, в тому числі і таких як газоносність і газосмість вугленосної товщі, перспективність формування газовугільних покладів, особливо враховуючи відсутність у регіоні достатніх інших джерел газу.

За даними геологічної розвідки ресурси кам'яного вугілля басейну складають біля 3 млрд. т, балансові запаси – 1,3 млрд. т. Відомо, що для оцінки потенційних масштабів генерації метаморфогенних вуглеводневих газів, визначення ролі і розподілу в розрізі джерел метаморфогенного газоутворення та розрахунків сорбційної ємності порід, пов'язаної з органічною речовиною, треба знати вміст і розподіл органічної речовини у розрізі вугленосної товщі.

Генерація метану відбувається з вуглефікованої органічної речовини, яка знаходиться у трьох видах, а саме: концентрована у промислових вугільних пластах товщиною від 0,5 м і вище, концентрована у пластах неробочої потужності (товщина 0,03–0,5 м) і у розсіяному вигляді. Аналізуючи наведені види концентрації органічної маси у басейнах різноманітних типів і віку, різними дослідниками було зроблено припущення, що в середньому у більшості вугленосних товщ кількість органічної маси у малопотужних пластах близька до її промислових запасів, а у розсіяному вигляді перевищує ці запаси приблизно в 2,5 рази [3]. У нашому ж випадку співвідношення наведених видів концентрації вугільної речовини дещо відрізняється. Пов'язано це, на нашу думку, з нестійкими умовами нагромадження і перетворення вуглеутворювальної органічної речовини, зумовленими розташуванням Львівсько-Волинського басейну у крайньому південно-східному закінченні великого вугленосного району, який простягається до Балтійського моря і далі до Англії. Як і всяке закінчення тектонічної структури, дана територія характеризується складними геотектонічними умовами нагромадження осадов. Формування вугленосної товщі тут пов'язано з частими коливальними рухами і багаторазовими перервами у нагромадженні відкладів, а, отже, зміною умов

осадонагромадження. Саме тому басейн характеризується такою великою кількістю тонких і дуже тонких неробочих пластів вугілля (біля 80), з яких лише окремі (6–8) досягають промислового значення. Внаслідок цього непромислове вуглеутворення значно перевищує промислове і співвідношення між промисловою і непромисловою вугленосністю має значно менший показник, ніж в інших басейнах [4].

Крім концентрованої органічної речовини, метан генерувався і розсіяною вуглефікованою органічною речовиною, якої у цих відкладах досить багато. Вона спостерігається у всіх літологічних типах порід – від вапняків до грубозернистих гравелітових пісковиків, де заповнює пори і простір між зернами. За даними В. Ф. Шульги [5], розсіяна органіка міститься у понад 80 % порід вугленосної формації. Кількість і форма розсіяної органічної речовини у розрізі карбону різна – від поодиноких скупчень (перпі долі відсотка) до масових поширових скупчень (до 5–8 %). Простежується певна закономірність поширення розсіяної органічної речовини – величина її вмісту зростає по мірі зменшення розмірів фракції – від 0,9 % (в поодиноких випадках 1,0–1,8 %) у пісковиках до 5–8 % в аргілітах. У вапняках вуглефіковані рослинні залишки трапляються рідко.

Враховуючи наведений вміст розсіяної вуглефікованої органічної речовини у різних типах порід басейну, розраховано її загальну кількість у вмісних породах карбону і, звідси, й можливу генерацію нею газу. Розрахунок кількості метану, що утворився з розсіяної органічної речовини, складає не менше 22 трлн. м³, що набагато перевищує газогенераційний потенціал концентрованої вуглефікованої органічної речовини. Загальна ж кількість метану, що утворилася з органічної речовини на теренах Львівсько-Волинського басейну з усіх трьох її видів, перевищує 24 трлн. м³ [4].

Отже, вуглефікована органічна речовина вугленосної товщі Львівсько-Волинського басейну генерувала досить велику кількість газу, головним чином, метану. Виникає питання, яка ж подальша доля цього метану? Метан, що утворився за час з моменту нагромадження та перетворення органічної речовини до нині, пройшов складний шлях, внаслідок чого розділився на ряд категорій, серед яких виділяються, за даними низки дослідників наступні:

- а) метан, що зберігся у вугільних пластах;
- б) метан, що мігрував з вугільних пластів і сорбувався вмісними породами;
- в) метан, що мігрував з вугільних пластів внаслідок розчинення у підземних водах;
- г) метан, що перейшов в атмосферу в процесі дегазації вугільних пластів;
- д) вільний метан у газових пастках [6].

Порівняльний аналіз величини генерації і наявності газів у вугленосних відкладах Львівсько-Волинського басейну дає змогу встановити масштаби міграції газів у надрах осадових відкладів басейну. Використовуючи діаграму О. А. Голубева [7], нами розраховано сучасні ресурси сорбованого метану у промислових пластах Львівсько-Волинського басейну, які досягають 34 млрд. м³. Порівнюючи вище наведені об'єми генерованого і сучасного газу,

встановлюємо, що залишкова його кількість становить лише 4,6 % від загальної маси генерованого газу. Це дуже низький залишковий коефіцієнт, значно нижчий, ніж у промислових пластах Донбасу, що найперше пов'язано з умовами нагромадження вугленосної товщі, які були тут досить складними й специфічними. Саме це стало основною причиною міграції у навколишнє середовище майже 700 млрд. м³ газу-метану. Аналогічна картина спостерігається з некондиційними пластами і з розсіяною органічною речовиною. Виділення метану в атмосферу при дегазації вугленосної товщі, ймовірно, відбувалося ще до занурення вугленосних відкладів на великі глибини за незначної товщини порід, які їх покривали, і тому не могли служити надійним перекриттям. Значний вплив на дегазацію вугленосної товщі мав тектонічний режим південно-західної окраїни Східноєвропейської платформи та зумовлена ним денудація кам'яновугільних відкладів. Все це привело до величезної втрати вуглеводневих газів на площі Львівсько-Волинського басейну.

У підсумку треба зауважити, що, незважаючи на величезні втрати метану упродовж геологічної історії розвитку регіону, значна частина газу залишилася у вугіллі як у сорбованому, так і у вільному стані і запаси, яких можна очікувати, переважають перші десятки млрд. м³ [1], а точніше – складають понад 10,3 млрд. м³ [2]. При дослідженні газоносності вугленосних відкладів басейну було встановлено, що шахти басейну загалом безпечні за раптовими викидами вугілля, порід, газу (за всю історію басейну у минулі роки було лише два невеликих викиди вугілля і газу на шахті № 6 “Великомостівська”, на ряді шахт траплялися підвищені виділення метану, в тому числі у вигляді суфлярних метанопроявів, дегазаційні роботи проводяться на чотирьох шахтах).

Водночас слід наголосити, що газоносність Львівсько-Волинського басейну ймовірно визначається не лише газами, що генерувалися органічною речовиною.

Поряд з південною окраїною Львівсько-Волинського басейну (на межі з Межиріченським вугільним родовищем) відкрито поклади газу (Великомостівське газове родовище) у нижньо-середньодевонських відкладах, де промисловий приплив газу було отримано з інтервалу 2314–2404 м із дебітом майже 100 тис. м³ на добу. Великомостівське газове родовище тектонічно розташоване у межах Львівської западини і пов'язане з Куличківським підняттям, яке є асиметричною антиклінальною складкою, де у відкладах нижнього і живецькому ярусі середнього девону утворилися пастки у піднасувній складці Куличківської структури.

Наявність Великомостівського газового родовища під продуктивними кам'яновугільними відкладами, сприятлива тектонічна будова і спільність розривних порушень для Великомостівського газового і Межиріченського вугільного родовищ дала змогу припустити вплив газу з девонських відкладів на газоносність продуктивного карбону [8]. Підтвердженням цьому стали результати зіставлення складу газів з глибоких горизонтів, що підстиляють продуктивну вугленосну товщу, і газів вугільних відкладів, а також дані

ізотопних досліджень газів, відібраних у девонських і кам'яновугільних відкладах.

На підставі аналізу цих даних ми вважаємо можливою пряму вертикальну міграцію газів глибинного походження, насамперед, у відклади девонської системи з формуванням у них покладів газу, а надалі – у кам'яновугільні верстви розривними порушеннями-відгалуженнями глибинних розломів фундаменту [9] упродовж тривалого геологічного часу. Процес припливу метану у складі глибинних флюїдів [10] з нижчезалеглих горизонтів нафтопровідними порушеннями типу Белз-Милятинського розлому [11] зафіксовано включеннями у мінералах – реліктами флюїдного середовища кристалізації мінералів та їхніх парagenних асоціацій [12]. Дані вивчення включень [13] вказують на ймовірність знаходження газових скупчень метанового складу і на півночі Львівського палеозойського прогину у геологічних умовах, близьких до Локачинського газового родовища. Каналами міграції вуглеводневмісних флюїдів були системи субвертикальних тріщин, заліковані постседиментогенними новоутвореннями у вигляді прожилково-вкрапленої мінералізації.

Істотно відрізняються метанові гази різного походження і за ізотопним складом вуглецю. Ця обставина особливо важлива у тих випадках, коли за хімічним складом вони не можуть бути розділеними. Більше того, нерідко ізотопний склад елементів, які входять до складу молекули метану, є найважливішою діагностичною ознакою, що дає змогу розрізнити метанові гази різного походження. Так природні гази Великомоствівського газового і Межиріченського вугільного родовищ відрізняються за ізотопним складом елементів, які входять до складу молекули, зокрема, важкого ізотопу водню і вуглецю у газах Великомоствівського родовища міститься більше, ніж у газах вугільного басейну [8].

На даному етапі досліджень можна говорити про різну природу газів вугільного басейну і газового родовища. Ймовірно, значна частина природних газів, що поширені у межах Львівсько-Волинського вугільного басейну, генетично пов'язана безпосередньо з продуктивною вугленосною товщею. У межах Межиріченського родовища в безпосередній близькості з газовим родовищем трапляються гази змішаної природи. Отже, традиційні погляди на утворення метану у вугіллі як наслідок його вуглефікації повинні враховувати наявність поновлення газів за рахунок припливу з глибинних джерел, тим паче, що останнім часом з'явилися докази геологічно миттєвого формування покладів і навіть їхнього поповнення у процесі розробки [14, 15]. Тобто і на сучасному етапі глибинні палеофлюїди сприяють припливові метану і формуванню у межах газувугільних родовищ техногенних покладів. У цьому аспекті для регіону є важливим питання визначення рівня проникності регіональних порушень глибинного закладення.

Аналіз стану оцінки запасів і ресурсів метану, який знаходиться у вугільних пластах і вмісних породах складає підставу для твердження про перспективність комплексного освоєння вугільних покладів Львівсько-

Волинського кам'яновугільного басейну, де метан може видобуватися як самостійна чи супутна корисна копалина. Щодо ідентифікації джерел метану газувугільних родовищ у регіоні [16], то тут слід враховувати можливість формування покладів газу-метану у структурах-пастках за сприятливих умов як за рахунок його виникнення при метаморфізмі вугілля [8, 17], так і надходження у складі вуглеводневмісного флюїду розломними зонами глибинного закладення у фундаменті [11, 13].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Забігайло В. Ю., Півняк Г. Г. Метан вугільних родовищ України // Геологія і геохімія горючих копалин. – 1993. – № 2. – С. 53–56.
2. Закономірності розподілу метану у кам'яновугільних басейнах України та перспективи його видобутку і використання / С. О. Лизун, О. Є. Іванців, І. В. Дудок, І. М. Наумко, З. Я. Кухар // Там само. – 2001. – № 2. – С. 122–128.
3. Ермаков В. И., Скоробогатов В. А. Образование углеводородных газов в угленосных и субугленосных формациях. – М.: Недра, 1984. – 205 с.
4. Узіюк В. І., Бик С. І., Ільчишин А. В. Газогенераційний потенціал кам'яновугільних басейнів України // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2001. – № 2. – С. 110–121.
5. Атлас литогенетических типов и условия образования угленосных отложений Львовско-Волинского бассейна / В. Ф. Шульга, Б. И. Лельюк, В. И. Гарун и др. – К.: Наук. думка, 1992. – 176 с.
6. Багринцева К. И., Васильев В. Г., Ермаков В. И. Роль угленосных толщ в процессах генерации природного газа // Геология нефти и газа. – 1968. – № 6. – С. 7–11.
7. Звіт по темі "Бурение и исследование глубоких скважин в Донбассе для изучения природы, источников распределения и миграции газов в угольных пластах и вмещающих породах" / М. Л. Левенштейн, А. А. Голубев, Г. У. Соколова и др. – Артемовск: Фонды ПГО "Донбасс-геология", 1986. – Т. 1. – 455 с.
8. Кушнирук В. А. Газоносность угленосной толщи Львовско-Волинского угольного бассейна. – К.: Наук. думка, 1978. – 120 с.
9. Критерії газоносності вугільних покладів південно-західної окраїни Львівсько-Волинського басейну / В. І. Узіюк, Є. С. Бартошинська, С. І. Бик, П. М. Явний // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2003. – № 1. – С. 114–120.
10. Наумко И. М., Сворень И. М. О важности глубинного высокотемпературного флюида в создании условий для формирования месторождений природных углеводородов в земной коре // VI Междунар. конф. "Новые идеи в науках о Земле": Мат-лы конф. (Москва, 8–12 апреля 2003 г.). – Москва, 2003. – Т. 1. – С. 249.
11. Использование гидрохимических ореолов и жидких включений в минералах для оценки нефтегазопроводности глубинных разломов / В. А. Каложный, В. М. Щепак, Г. М. Гигахвили, И. М. Сворень, И. А. Маковская // Закономерности образования и размещения промышленных месторождений нефти и газа. – К.: Наук. думка, 1974. – С. 269–272.
12. Наумко І. М., Каложний В. А. Підсумки та перспективи досліджень термобарометрії і геохімії палеофлюїдів літосфери (за включеннями у мінералах) // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2001. – № 2. – С. 162–175.
13. Леткі компоненти флюїдних включень у мінералах жильно-прожилкових утворень перспективно нафтогазоносних товщ Львівського палеозойського прогину / І. М. Зінчук, І. М. Наумко, В. А. Каложний, Б. В. Сахно // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2003. – № 2. – С. 18–27.
14. Соколов В. А., Гусева А. Н. О возможной быстрой современной генерации нефти и газа // Вестн. МГУ. – Сер. 4. Геология. – 1993. – № 3. – С. 39–46.
15. Дмитриевский А. Н., Валяев Б. М., Смирнова М. Н. Механизмы, масштабы и темпы восполнения нефтегазовых залежей в процессе их разработки // Генезис нефти и газа. – М.: ГЕОС, 2003. – С. 106–109.
16. Джерела метану палеофлюїдів осадових палеозойських товщ Львівського прогину / І. Наумко, І. Зінчук, Б. Сахно, В. Узіюк // Проблеми питання геологічної освіти та науки на порозі ХХІ століття: Тези доп. наук. конф., присвяченої 60-річчю геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка (Львів, 19–21 жовтня 2005 р.). – Львів: ЛНУ, 2005. – С. 81–82.
17. Ненчук М. Ф. До проблеми півтоку газоподібних і рідких вуглеводнів у глибокі вугленосні горизонти Львівсько-Волинського басейну // Геологія і геохімія горючих копалин. – 1999. – № 4. – С. 40–47.