

6 Вивчення газоносності пісковиків Любелського родовища Львівсько-Волинського басейну мас-спектрометричним методом / П. М. Явний, О. О. Яринич, І. В. Бучинська, О. М. Шевчук // Геотехническая механика: Межвед. Сб. Науч. Трудов/ Ин-т геотехнической механики НАН Украины. – Днепропетровск, 2010. – Вып. 87. – С. 99–102.

7. Забигаило В. Е., Широков А. З. Проблемы геологии газов угольных месторождений. – Киев: Наук. думка, 1972. – 172 с.

8. Угленородный массив Донбасса как гетерогенная среда / А. Ф. Булат, Е. Л. Звягильский, В. В. Лукинов и др. – Киев: Наук. думка, 2008. – 411 с.

9. Оценка современной газоносности угленосных толщ Донбасса на базе формационного анализа/ Майборода А. А., Иванов Л. А., Анциферов В. А., Шурховецкий С. А. – Наукові праці УкрНДМІ НАН України. – 2010. – № 6.– С. 140-151

**УДК 553.94:551.735**

Член-кор. НАН України, проф. М.І. Павлюк,  
доктор геол. наук І.М. Наумко,  
канд. геол.-мін. наук Є.С. Бартошинська,  
канд. геол.-мін. наук М.М. Матрофайло  
канд. геол.-мін. наук С.І. Бик  
(ІГГГК НАН України)

## **ГЕНЕЗИС МЕТАНУ І ГЕОЛОГО-ГЕОХІМІЧНІ КРИТЕРІЇ ПОШУКІВ ЙОГО РОДОВИЩ НА ПЛОЩІ ЛЬВІВСЬКОГО ПАЛЕЗОЙСЬКОГО ПРОГИНУ**

Рассматриваются вопросы происхождения, миграции метана и расположение его месторождений на территории Львовского палеозойского прогиба. Акцентируется внимание на взаимосвязи месторождений метана со структурными особенностями и отдельными тектоническими разломами региона. Изложены основные критерии поисков биогенного и абиогенного метана.

## **GENESIS OF METHANE AND GEOLOGICAL-GEOCHEMICAL CRITERIA OF SEARCHING FOR ITS FIELDS IN THE AREA OF THE LVIV PALEOZOIC DEPRESSION**

Questions of methane origin and migration are solved as well as location of its fields in the territory of the Lviv Paleozoic depression. A special attention is paid to interconnection between methane fields and structural features and some tectonic fractures of the region. Basic criteria of searching for biogenic and abiogenic methane are cited.

Значне використання в енергетиці вуглеводнів, зокрема, газоподібних-метанових, потребує пошуків нових родовищ цього типу, що неможливо без докладного вивчення критеріїв їхнього знаходження і скупчення.

З'ясуванням питання походження метану вчені займалися з початку ХІХ століття. Зверталася увага на те, що внаслідок розкладу наземної рослинності, менше морської і тваринних залишків утворюється болотний газ, тобто метан. Виходячи з таких спостережень, більшість геологів визнавала, що цей метан має органічне, біогенне походження. Інші вчені, у тому числі Д. І. Менделєєв, також припускали і вулканічне, абиогенне походження вуглеводнів [1]. Зазначалося, що природні горючі гази зустрічаються як разом з нафтою, так і утворюють самостійні родовища (вугільні гази до уваги не бралися).

Вказувалося також, що більша кількість газів одержується з геологічних систем менше багатих на нафту. За видобутком нафти перше місце займають родовища у відкладах третинної системи, а останнє – силурійської; за видобутком газів, навпаки: перше місце посідають гази силурійської системи, а останнє – третинної. Дослідження газових струменів на Кавказі першочергово наводили на думку, що газonosні поклади тут належать до більш древніх пластів, ніж нафтові [2].

Значний фактичний матеріал, отриманий під час пошуків, розвідки і промислового освоєння кам'яновугільних басейнів, допоміг з'ясувати низку питань як загального, так і спеціального спрямування, насамперед, таких як газonosність і газоємність вуглепородних масивів, основаних на детальних дослідженнях газonosності вугільної речовини і геохімії вугільних газів, у зв'язку з особливостями формування у них газових покладів (родовищ). Нагромаджений фактичний матеріал дав змогу розрізнити гази біогенного і абіогенного генезису та на окремих ділянках вугільних пластів, порушених глибинними розломами, визначати суміш біогенного і абіогенного метану – метановий дуалізм [3, 4].

З'ясовано, що метан першого типу – біогенний. Це продукт біогенного розкладу органічної речовини за впливу біохімічних, геологічних, термобаричних і геохімічних чинників. Другий тип метану – абіогенний, який утворюється при синтезі молекул метану у глибинах земних надр в зоні астеносфери верхньої мантії, звідки з висхідними флюїдними струменями виноситься по глибинних розломах і акумулюється в певних (придатних за колекторськими властивостями) шарах літосфери. Ізотопний склад вуглецю біогенного і абіогенного метану досить відрізняється [5]. Неоднаковий генезис метану зумовлює відповідно різні критерії пошуків його скупчень.

У Львівському палеозойському прогині (крайова східна частина Львівсько-Люблінського палеозойського прогину) зазначено, головню, два генетичних типи метану – біогенного і абіогенного походження. Перший з них пов'язаний з вугіллям карбонового віку, (Львівсько-Волинській кам'яновугільний басейн), другий – з девонськими відкладами [5].

Проблеми пошуків вугільних родовищ практично не існує, але газонасиченість вугільних пластів і розподіл в них газів вимагають докладного вивчення. Газonosність вугільних пластів зумовлена декількома генетичними і епігенетичними факторами. Основними з них є речовинний склад вугілля і стадія його метаморфізму, від чого залежать газогенераційні і сорбційні властивості вугілля [6]. Такі мікрокомпоненти (МК) як вітриніт, семівітриніт, спроможні генерувати гази упродовж всього процесу вуглефікації; альгініт і деякі ліптинітові МК генерують гази до IV–V стадій метаморфізму. Сорбційні властивості МК груп вітринітів і семівітринітів починають набувати з середніх стадій вуглефікації, коли під дією метаморфізму змінюється мікроструктура МК і вони стають спроможними сорбувати і утримувати гази. У газовій суміші сорбовані гази досягають 85 %, решта вільні гази. Надалі на сорбційні властивості вугілля впливають тектонічні порушення і регіональні епігенетичні

розмиви, які приводять до порушення мікроструктури МК і сприяють дегазації вугільних пластів [7].

На площі Львівсько-Волинського басейну за стадією вуглефікації спостерігається вугілля марок Д, Г, Ж, К. На північній частині басейну поширене вугілля марок Д, Г, на південній – Ж-К. У цьому ж напрямку зростає метаморфізм вугілля, а відтак змінюється його сорбційні властивості і відповідно збільшується металоносність: вугілля від 0,20 – на півночі, до 31,8 м<sup>3</sup>/т с.б.м. (тут і надалі: сухої беззольної маси) і більше – на півдні. У північній частині басейну, де відсутнє вугілля з сорбційними властивостями, вільні гази могли зберігатися у структурних і літологічних пастках на окремих ізольованих ділянках.

На розподіл кількості метанових газів у вугільних пластах Львівсько-Волинського басейну, крім речовинного складу і метаморфізму вугілля, впливали постгенетичні тектонічні порушення, помітну роль також відіграв регіональний епігенетичний розмив, який значно сприяв дегазації вугілля. На перспективній на газ південній площі басейну ним відокремлено два вугільних родовища – Тяглівське і Любельське із руйнуванням їхніх периферійних частин, де газонасиченість впала майже до 0 м<sup>3</sup>/т с.б.м. Водночас в центрі Тяглівського родовища вона значно вища – до 31,8 м<sup>3</sup>/т с.б.м, натомість «Любельське родовище було максимально дегазоване». Доприкладу, «загальна газонасиченість на цій площі по пласту  $n_7^B$  не досягає навіть 1 м<sup>3</sup>/т с.б.м» [7, 8].

Джерелом вугільних газів можуть бути і вмісні породи вугільних пластів. На Тяглівському родовищі у розрізах серпуховського і башкирського ярусів є групи зближених вугільних пластів, де з порід підошви і покрівлі одержані вугільні гази: серпуховський ярус пісковики – 5,2–25,1 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, алевроліти 5,1–32,6 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>; башкирський ярус пісковики – 11,3–46,3 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, алевроліти 5,1–15,5 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. Загальна потужність газовугленосної товщі 180–200 м [9]. Відомо, що в південно-західній частині басейну спостерігається значне збільшення густини порід, що також істотно впливало на розподіл газонасиченості по площі басейну.

При цьому, у Львівсько-Волинському басейні практично не вивчена газонасиченість візейських відкладів. Особливо це стосується перспективних на газ площ Межиріченського, Тяглівського і Любельського родовищ.

Разом з тим, у вугленосній товщі Львівсько-Волинського басейну зафіксовано понад 90 вугільних пластів, з них 14 – промислові, решта некондиційні [10]. Інститутом геології і геохімії горючих копалин НАН України (м. Львів) вивчалися можливості видобутку вугільних газів методом підземної газифікації вугілля (ПГВ) з некондиційних для шахтної експлуатації вугільних пластів [11, 12]. Площа придатна для ПГВ обмежується південною частиною басейну де поширене вугілля марок Ж, К і відповідно присутні сорбовані гази. За фізико-хімічними характеристиками вугілля відповідає вимогам ПГВ. Тим більше, що вмісні породи (підошва і покрівля) загалом представлені аргілістими різновидами, що перешкоджає міграції газів з вугільних пластів [10, 11].

Критерії пошуків скупчень абіогенного метану істотно відрізняються від критеріїв пошуків біогенного метану. Оскільки абіогенний метан мантийного походження, формуванню родовищ метану сприяв його приплив у складі глибинних вуглеводневмісних флюїдних потоків з перевагою абіогенної складової, що мігрували зонами підвищеної флюїдопроникності в субвертикальних геофлюїдодинамічних структурах за тривалий геологічний час у палеозойські товщі: спочатку з формуванням покладів газу в девонських відкладах (Великомостівське газове родовище), а далі – у відклади карбону розривними порушеннями – відгалуженнями глибинних розломів фундаменту Львівського палеозойського прогину. Ці потоки зафіксувалися постседиментогенними прожилково-вкрапленими новоутвореннями у залікованих системах субвертикальних тріщин. Підтвердженням їхньої перспективності на метан є геохімічні дослідження компонентів флюїдів і присутність у них домішок метану [13, 14].

Водночас, на існуючій карті-схемі розломів Львівського палеозойського прогину виділено перспективні на газ ділянки, проте, загалом не відзначено зони підвищеної міграції флюїдних потоків по окремих глибинних розломах [15], з якими за теорією генезису абіогенного метану пов'язані його скупчення.

Львівський палеозойський прогин розташований в області давнього Волино-Оршанського авлакогену [16, 17]. Це знайшло своє відображення в сучасній структурній будові прогину, який майже з усіх боків перетинається тектонічними порушеннями. Глибинні розломи зафіксовані на північному сході – Локачинський, Північний, на південному заході – Рава-Руський, на півдні і в центральній частині прогину також визначено серію глибинних розломів. Такі розломи на своєму шляху перетинали різновікові породи, куди за їхньої відповідної пористості міг мігрувати метан й утворювати скупчення. Отже, поклади абіогенного метану можна очікувати у відкладах будь-якого віку, навіть у породах кристалічного фундаменту.

На площі Львівського палеозойського прогину відкрито два девонських газових родовища: передбачене – Локачинське і непередбачене – Великомостівське, а також газопрояви в багатьох районах [18, 19], приклад, верхній протерозой: свердловина 1-Перемишляни (інтервал 4097–4109 м); кембрій – Літовеж, Великі Мости, Новий Витків, Олесько, Балучин, 1-Перемишляни (інтервал 3475–3545 м) Бучач, Володимир-Волинський; силур – Великі Мости, Балучин, Бучач Літовеж, Луцьк; девон – Літовеж, Олесько, Нестерів, Балучин тощо [20].

Явища припливу флюїдів газопровідними порушеннями типу Белз-Милятинського розлому [21] були відтворені за флюїдними включеннями у мінералах [22]. Їхнє дослідження [13, 23] показало ймовірність існування газових покладів на півночі басейну за умов, близьких до Локачинського газового родовища, і на півдні – у межах Перемишлянської структури.

У підсумку можна зазначити, що для пошуків скупчень біогенного і абіогенного метану застосовуються різні критерії, основними з них є: для біогенного – речовинний склад вугілля, стадія його вуглефікації, структурні

особливості кам'яновугільних басейнів; абіогенного – структурні особливості прогину, зони тектонічних порушень, в яких є газопровідні глибинні розломи, для виявлення яких застосовують буріння, геофізичні методи, зокрема сейсмічні, та визначення їхньої перспективності на метан – геохімічні дослідження складових флюїдів, які проходять по цих розломах, ізотопного складу вуглецю, присутнього у газових глибинних флюїдах, та вивчення колекторських властивостей порід, через які проходять канали таких флюїдів.

Отже, метан вугільних газів є продуктом формування вугільних родовищ, які в майбутньому будуть вичерпані, а з ними і біогенний метан, тому, що ці родовища не поновлюються. Метан абіогенного походження пов'язаний з глибинними процесами Землі, які є його сталим джерелом.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ог Э. Геология, пер. с франц. – Л.-М., ОНТИ, 1933. – С. 90–91, 110–240.
2. Степанов П. И., Миронов С. И. Геология месторождений каустобиолитов. – Л.-М., ОНТИ, 1937. – С. 523–527.
3. Сворень Й. М., Наумко І. М. Нова теорія синтезу і генезису природних вуглеводнів: абіогенно-біогенний дуалізм // Доп. НАН України. – 2006. – № 2. – С. 111–116.
4. Svoren' Jo. Nature of coal methane // 7-th European Coal Conference (Lviv, Ukraine, August 26–29, 2008): Abstracts. – Lviv, 2008. – P. 158–159.
5. Бартошинська Є., Матрофайло М., Бик С. Метан у відкладах Львівського палеозойського прогину // Геолог України. – 2011. – № 2 (34). – С. 20–23.
6. Павлюк М. І., Бартошинська Є. С., Бик С. І. Газогенераційний і сорбційний потенціал вугілля в залежності від його речовинного складу // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. – Днепропетровск, 2002. – Вып. 32. – С. 116–123.
7. Роль регіональних епігенетичних розмивів у дегазації вугільних пластів / М. І. Павлюк, Є. С. Бартошинська, С. І. Бик, І. В. Дудок, В. Г. Кухарук, І. М. Наумко // Геолог України. – 2009. – № 3. – С. 54–55.
8. Бучинська І., Явний П., Шевчук О. Газоносність пласта  $n_7^B$  Львівсько-Волинського басейну // Геолог України. – 2011. – № 2. – С. 24–28.
9. Сокоренко С. С., Костик І. О. Нові дані про газоносність вуглевмісних порід Тягівського родовища кам'яного вугілля Львівсько-Волинського басейну // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. – Днепропетровск, 2010. – Вып. 88. – С. 12–22.
10. Корреляция карбоновых угленосных формаций Львовско-Волинского и Люблинского бассейнов / В. Ф. Шульга, А. Здановски, Л. Б. Зайцева и др. – Киев: Варта, 2007. – 427 с.
11. Кушнирук В. А., Бартошинская Е. С., Бик С. И. О подземной газификации углей Львовско-Волинского бассейна // Уголь Украины. – 1979. – № 10. – С. 5–6.
12. Храмов В. М. Геологічні критерії придатності некондиційних вугільних пластів для підземної газифікації (на прикладі Львівсько-Волинського басейну): автореф. дис. ... канд. геол. наук: 04.00.16 / Національний гірничий університет Міністерства освіти і науки України. – Дніпропетровськ, 2008. – 20 с.
13. Наумко І. М. Флюїдний режим мінералогенезу породно-рудних комплексів України (за включеннями у мінералах типових парагенезисів): автореф. дис. ... д-ра геол. наук: 04.00.02 ІГГГК НАН України. – Львів, 2006. – 52 с.
14. Наумко І., Бекеша С., Сворень Й. Флюїди глибинних горизонтів літосфери: зв'язок з родовищами нафти і газу в земній корі (за вивчення включень у мінералах глибинного походження) // Доп. НАН України. – 2008. – № 8. – С. 117–120.
15. Крупський Ю., Крупська О. Виділення перспективних територій для пошуку родовищ зі значними запасами вуглеводнів у Західному нафтогазоносному регіоні // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2008. – № 1. – С. 5–11.
16. Геодинамічні критерії нафтогазоносності Балтійсько-Чорноморського перикратону / Павлюк М., Галабуда М., Різун Б. і ін. // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2006. – № 3–4. – С. 5–16.
17. Геодинамічні умови формування нафтогазоносних провінцій України / М. Павлюк, М. Галабуда, Б. Різун і ін. // Там само. – 2008. – № 3 (144). – С. 16–25.
18. Скордули В. Д. К вопросу формирования Локачинского поднятия на Волини // Геология и геохимия горючих ископаемых – 1979. – Вып. 53. – С. 75–81.
19. Муромцева А. А., Бик С. И., Бартошинская Е. С. Горючие ископаемые юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы // Тектоника и полезные ископаемые Украины. – М.: ВИНТИ, 1984. – С. 88–95.
20. Крупський Ю. З. Геодинамічні умови формування і нафтогазоносність Карпатського та Волино-Подільського регіонів України. – К.: УкрДГРІ, 2001. – 144 с.

21. Использование гидрокимических ореолов и жидких включений в минералах для оценки нефтегазопроводности глубинных разломов / В. А. Калюжный, В. М. Щепак, Г. М. Гигашили и др. // Закономерности образования и размещения промышленных месторождений нефти и газа. – Киев: Наук. думка, 1975. – С. 269–272.

22. Наумко І. М., Калюжний 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.

23. Зінчук І. М., Наумко І. М., Калюжний В. А., Сахно Б. Е. Леткі компоненти флюїдних включень у мінералах жильно-прожилкових утворень перспективно нафтогазоносних товщ Львівського палеозойського прогину // Там само. – 2003. – № 2. – С. 18–27.

**УДК 553.981.622.324.5. (553.94)**

канд. геол. наук С.Г. Вакарчук,  
канд. геол.-мін. наук Т.Є. Довжок,  
канд. техн. наук І.В. Карпенко,  
канд. геол. наук А.М. Коваль,  
ст. наук. співр. І.В. Недосекова,  
зав. відділу Р.К. Радул,  
зав. відділу Г.С. Старченко,  
канд. геол. мін. наук М.В. Харченко  
(ДП «Науканафтогаз», НАК «Нафтогаз України»)

## **МЕТАН ВУГІЛЬНИХ ТОВЩ ДОНБАСУ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУВАННЯ**

Рассматриваются потенциальные запасы метана, глубины залегания перспективных комплексов пород, типы природных резервуаров, поисковая модель строения разреза угольной толщи, отдельные вопросы организации работ.

## **METHANE OF THE COAL STRATA: PROBLEMS AND PERSPECTIV OF THE MINING**

The potential reserves of methane is considered , and also the depth of perspective complexes of rocks, types of natural reservoirs, the search model the structure of the section of the coal strata, some issues of work organization.

*Ресурси та запаси метану у вугільних товщах Донбасу.* За різними оцінками [1-6] загальні прогнозні ресурси метану в породах і вугільних пластах вугленосних відкладів Донбасу на глибинах від 500 до 1800 м складають від 4-6 до 22 трлн. м<sup>3</sup>, а промислові – 11,9 трлн. м<sup>3</sup>, із яких прогнозно 3,3 трлн. м<sup>3</sup> придатні до вилучення. Біля 1,0 трлн. м<sup>3</sup> газу оцінюються як видобувні.

Цей газ зосереджений у трьох типах природних газових резервуарів. Перший – традиційний, пов'язаний переважно з теригенними породами з кондиційними колекторами та прийнятною для вилучення з них газу проникністю, який вміщує вільний газ, тому потребує наявності пасткових умов. На даний час, переважно по периферії Донбасу, існує понад 30 родовищ вільного метану із загальними запасами вільного газу 180 млрд. м<sup>3</sup>.