

**ВПЛИВ ГЕОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА РОЗПОДІЛ ГАЗУ  
У ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТАХ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ  
ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО БАСЕЙНУ**

Изучено влияние основных геологических факторов на распределение метана в угольных пластах юго-западной части бассейна.

**INFLUENCE GEOLOGICAL FACTORS ON DISTRIBUTION  
OF GAS IN COAL LAYERS OF A SOUTHWEST PART OF  
LVOV-VOLHYNIAN POOL**

The influence of the basic geological factors on distribution methane in coal layers of a southwest part of pool is investigated.

Однією з актуальних проблем сучасності для вуглевидобувних країн є метан вугільних родовищ. Україна відноситься до основних вуглевидобувних європейських країн і займає серед них третє місце. Тому розв'язання цієї проблеми актуальне і для України. За результатами досліджень, виконаних в останні роки як вітчизняними, так і закордонними вченими, загальні ресурси метану становлять для вугленосної товщі Донбасу 25,0 трл. м<sup>3</sup>, а для Львівсько-Волинського басейну – 10,9 млрд. м<sup>3</sup>.

Вивчення газоносності вугільних родовищ при геологорозвідувальних роботах виконується у відповідності з інструкцією яка була розроблена для всіх басейнів та родовищ як України, так і країн СНД [1]. Результати її впровадження у практику геологорозвідувальних робіт показали, що поряд із загальними, кожен з об'єктів характеризується і своїми особливостями розповсюдження газу у вугленосних товщах. Тому, у подальшому, для більшості басейнів минулого СРСР були розроблені власні інструкції. Відсутність такого нормативного документу для Львівсько-Волинського басейну ускладнює проведення геологотехнологічної оцінки його перспектив для промислового видобутку метану. Особливо це стосується Південно-Західного вугленосного району, де за останні десятиліття були розвідані запаси кам'яного вугілля з найбільшою у басейні газоносністю вугільних пластів[2]. Це послужило підставою для виконання дослідження, метою якого є удосконалення існуючої інструкції з вивчення і прогнозу газоносності вугільних пластів Львівсько-Волинського басейну. Однією з головних задач роботи було визначення впливу геологічних факторів на розподіл газу у вугленосній товщі басейну.

За характером впливу на газоносність геологічні фактори поділяються на: 1) фактори утворення газів; 2) фактори накопичення газів; 3) фактори дегазації вугільних пластів [3]. Головними факторами газоутворення є вміст і ступінь вуглефікації органічної маси вугільних пластів [4, 5, 6]. На накопичення і збереження природних газів значний вплив мають ступінь метаморфізму і речовинно-петрографічний його склад та наявність літологічних, стратиграфічних, структурно-тектонічних та інших видів пасток. На збереження первинної газо-

носності вугільних пластів суттєвий вплив мають породи, які їх вміщують, а також динаміка та хімізм підземних вод. До головних факторів дегазації вугільних пластів слід віднести тектонічну будову вугленосної товщі, фільтраційні особливості порід та вугілля, тривалість та швидкість дегазації. У різних вугільних басейнах, в залежності від історії їх геологічного розвитку, переважають ті чи інші із вказаних факторів. Тому для кожного басейну при прогнозі газоносності необхідно визначати їх вплив на розподіл газу у вугільних пластах.

Попередніми роботами встановлено, що по площі Львівсько-Волинського басейну природна газоносність вугленосної товщі збільшується з півночі на південь виключно до Любельського родовища. На загальному фоні її підвищення як по площі басейну, так і у стратиграфічному розрізі, від пластів серпуховського ярусу до пластів іваницької світи, відзначаються значні локальні їх зміни. Таке сучасне розповсюдження газоносності сформовано під впливом різних геологічних факторів [4, 6]. Розглянемо ті, які мають найбільший вплив на розподіл метану у Південно-Західному вугленосному районі, і визначимо можливість їх застосування для удосконалення прогнозу газоносності на стадії геологорозвідувальних робіт.

Метаморфізм вугілля відноситься до головних регіональних факторів, які визначають первинну газоносність [4, 6, 7]. Генерація вуглеводних газів відбувається на всіх стадіях вуглефікації. Встановлено, що у процесі метаморфізму від бітумінозного вугілля з виходом летких близько 40 % до антрациту, з виходом летких 5 % із вугілля виділяється метан у кількості приблизно до 200 л на 1 кг. При цьому сапропелітове вугілля за всю стадію катагенезу генерує вуглеводів у 2 - 2,5 рази більше ніж гумусове. Його генерація відбувається нерівномірно. У процесі перебудови гумусового та сапропелітового вугілля виділяється три фази збільшення виходу метану: на кордоні бурі та довгополум'яної стадій, на стадії зміни жирного-лісного вугілля і на стадії  $A_1 - A_2$ . У той же час відмічаються два мінімуми метаноутворення: різкий – посередині зони катагенезу Г і менш різкий – у зоні ПА. По М.Б. Васосевичу до зони Д ( $МК_1$ ), Г ( $МК_2$ ), Ж ( $МК_3$ ) приурочена головна фаза нафтоутворення. Нижній кордон утворення нафти відповідає бітумінозному вугіллю з виходом летких приблизно 26 % та значеннями відбиття вітриніту 1,3 %. Він має умовну назву "мертва лінія" або "лінія смерті" для нафти (Д. Уайт, 1935). Таким чином зони генерації газу та нафти корелюють із ступенем метаморфізму [3].

У Львівсько-Волинському басейні збільшення метаморфізму вугілля відбувається у стратиграфічному розрізі від верхніх пластів до нижніх і по площі басейну з північного сходу на південний захід. За даними, як геологорозвідувальних, так і експлуатаційних робіт, підвищення метаморфізму вугілля у басейні супроводжується збільшенням метаноносності вугільних пластів виключно до Південно-Західної вугленосної площі. Для південно-західної частини басейну, де розташовані Тягівське та Любельське родовища, встановлені загальні закономірності зміни метаморфізму вугілля, що вказує на одностадійність їх формування. Вугілля пластів Любельського родовища, відносно

вугілля пластів Тяглівського родовища, більш метаморфізоване, але характеризується меншою газонасінстю. У цілому по району, між значеннями відбивної здатності вітриніту, яка характеризує ступінь метаморфізму вугілля, та значеннями газонасінності, встановлений досить тісний зворотній зв'язок ( $r = -0,85$ ). Ще більшого значення він набуває на полі шахти Любельська №1 ( $r = -0,96$ ). На Тяглівському родовищі метаморфізм не впливає на розподіл газу. Отримані результати суперечать існуючим даним по іншим басейнам. Згідно них, у метаморфічному ряду вугілля, найбільш низька метанонасінність ( $3 - 6 \text{ м}^3/\text{т с.б.м.}$ ) притаманна довгоплум'яному вугіллю. При підвищенні метаморфізму метанонасінність вугільних пластів підвищується і досягає  $40 \text{ м}^3/\text{т с.б.м.}$  у напівантрацитах і низькометаморфізованих антрацитах. З подальшим збільшенням метаморфізму вміст метану у вугіллі зменшується й у більш метаморфізованому антрациті він сягає  $0,01 \text{ м}^3/\text{т с.б.м.}$  Цей факт зниження метанонасінності антрацитів знайшов різні тлумачення серед дослідників [4]. За думкою О.З. Широкова та І.М. Печука [4], це пов'язано з ступенем метаморфізму. У антрацитів, які знаходяться на цій стадії метаморфізму закінчується виділення метану, але продовжується генерація водню. За умов активної міграційної активності водень не утворює скупчень у вугіллі. Інші дослідники (Г.Д. Лідін, О.І. Кравцов) відсутність метану, у зонах розповсюдження антрацитів, пояснюють дією магматичних процесів і більш значним терміном деметанізації вугленосної товщі, який пройшов з моменту її виходу на денну поверхню. Всі ці точки зору за думкою фахівців не виключають один одного і знаходять підтвердження на окремих об'єктах [4]. Головним етапом вуглефікації вугілля Львівсько-Волинського басейну була астурійська фаза герцинського орогенезу [5, 6]. Формування метаморфізму вугілля різних частин Львівсько-Волинського басейну відбувалось в умовах різних напруг палеогеотермічного поля. Головним типом метаморфізму у південній частині басейну є регіональний гіпотермічний, у центральній частині – "нормальний" регіональний, а на півдні – регіональний з підвищеним палеогеотермічним полем. Враховуючи той факт, що до кінця карбону початку крейди вугленосна товща оголювалась на поверхні і контактувала з атмосферою, припускають, що більша частина газу, який утворився у результаті вуглефікації вугільних пластів, звітрилася [5]. Детальне вивчення впливу метаморфізму на газонасінність вугілля дозволяє зробити висновки: за ступенем метаморфізму вугілля Південно-Західного вугленосного району не досягло стадії інтенсивного газоутворення і знаходиться у зоні головної фази нафтоутворення, первинна газонасінність вугільних пластів, яка сформована під впливом метаморфізму, порушена, для найбільш газонасного Тяглівського родовища ступінь метаморфізму не впливає на розподіл метану.

Метанонасінність вугільних пластів залежить від здатності вугілля вбирати метан під тиском, а також від природної структури вугілля, яка контролюється не тільки ступенем метаморфізму а і його петрографічним складом. Тому вивчення газонасінності вугільних пластів, як правило, супроводжується детальним вивченням їх петрографічного складу. Пустоти, які утворились завдяки наявних клітинних порожнин рослин, прийнято називати внутрішньофрагментарними

[7]. Вони залежать переважно від кількості компонентів групи інертиніту. Найбільшою пустотністю серед них володіє фіюзиніт. Його пустотність складає від 5 до 35 %. Значно менші її значення характерні для семіфіюзиніту (0,2-15 %). Розмір пор у компонентів групи вітриніту змінюється від  $10^{-4}$  до  $10^{-2}$  см. Внутрішньо фрагментарні пори групи вітриніту та ліптиніту розвинуті незначно. Розміри пор, як правило, не переважають  $10^{-3}$  см. В окремих випадках у вітриніті вони сягають  $10^{-2}$  см [8]. Наприкінці 80-х років були виконані роботи по визначенню впливу петрографічного складу пластів Львівсько-Волинського басейну на їх газонасність [9]. Було встановлено, що з підвищенням у складі вугілля мікрокомпонентів групи вітриніту газонасність вугільних пластів зростає. У колінітовому вугіллі, для якого характерна відсутність клітинної будови, знаходиться більше газу, ніж у вугіллі з добре визначеною ботанічною будовою. При співставленні газонасності пластів, складених вугіллям різних петрографічних типів, було визначено, що мінімальну газонасність ( $4 - 7 \text{ м}^3/\text{т с.б.м.}$ ) має спорінитове вугілля. Для пластів складених колінітовими різностями газонасність підвищується до  $7 - 10 \text{ м}^3/\text{т с.б.м.}$ . Найбільш високою газонасністю, що перевищує  $10 \text{ м}^3/\text{т с.б.м.}$ , характеризуються пласти, у складі яких в значній кількості знаходяться сапроугомоліти, особливо кеннель-богхеда. Такі результати були отримані при вивченні газонасності пластів Волинського, Забузького та Межиріченського родовищ. Вони не збігаються з результатами, отриманими для інших басейнів. Так В.Ю. Забігайло, при розгляді проблем геології газів вугільних родовищ, вказав, що підвищення у вугіллі кількості структурних геліфікованих компонентів, за незначними рідкішими виключеннями, супроводжується підвищенням сорбційної метаносемності. Більшими її значеннями характеризується вугілля з підвищеним вмістом групи фіюзиніту [3]. Такі висновки були отримані і для Кузнецького, Карагандинського, Печорського та інших басейнів.

Вивчення залежності газонасності вугільних пластів від петрографічного складу виконувалось з урахуванням особливостей її розповсюдження. Встановлено, що на розподіл газу для вугілля Любельського родовища суттєвий вплив має кількість групи вітриніту ( $r = 0,70$ ). При підвищенні у складі вугілля мацералів групи інертиніту та ліптиніту його газонасність зменшується. Коефіцієнти кореляції становлять відповідно  $-0,39$  та  $-0,59$ . По іншому впливає петрографічний склад вугілля на розповсюдження газонасності по площі Тяглівського родовища. Найбільші коефіцієнти парної кореляції з нею має наявність групи ліптиніту ( $r = 0,76$ ) та інертиніту ( $r = 0,36$ ). Збільшення мацералів групи вітриніту супроводжується зменшенням газонасності ( $r = -0,62$ ). При цьому колініт має більш негативний вплив ніж телініт.

Різний вплив петрографічного складу на розподіл метану у вугільних пластах Любельського та Тяглівського родовищ, на нашу думку, пов'язано з різним походженням метану. У цілому вплив петрографічного складу, серед інших геологічних факторів, має підлегле значення і не може бути застосованим для удосконалення прогнозу газонасності.

Одним з головних геологічних факторів, які впливають на газоносність є глибина залягання вугільних пластів. Встановлено, що для Любельського родовища коефіцієнт кореляції між цими показниками дорівнює 0,14, а для Тяглівського родовища – 0,60. Різні пласти Тяглівського родовища характеризуються неоднаковими коефіцієнтами кореляції (Рис.1). Більш тісним є зв'язок газоносності з глибиною для пласту  $n_7^1$  (-0,62), нижчий він для пласту  $n_7^0$  (-0,53).

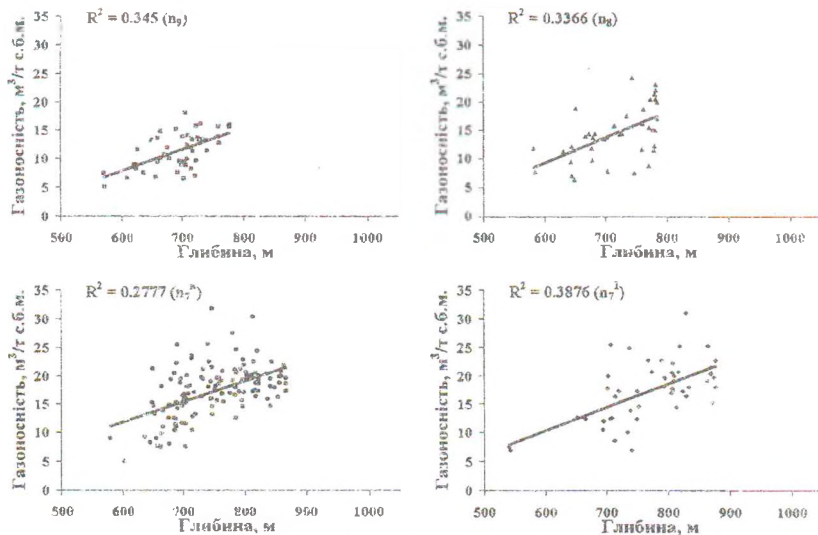


Рис. 1 – Зміна газоносності з глибиною залягання вугільних пластів Тяглівського родовища

При побудові графіків розподілу середніх її значень по інтервалах глибин, які були прийняті рівними 50 м, коефіцієнт кореляції для Любельського родовища незначний і становить 0,44. Для Тяглівського родовища ця величина дорівнює 0,90.

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити висновок, що досить високий коефіцієнт кореляції між глибиною залягання вугільних пластів і газоносністю, при стандартних її відхиленнях у межах 2 - 2,5 м³/т с.б.м., та відсутність залежності газоносності від ступеню метаморфізму не дають змоги розробити за їх допомогою таблицю для визначення прогнозних значень мета-

ноносності [3], необхідну для побудови регіональних прогнозних карт газоносності.

Отримані результати вказують на наявність інших факторів, які мають суттєвий вплив на її розповсюдження. Для визначення причин локальних змін газоносності нами для пласта  $n_7^a$ , розповсюдженого на Тяглівському родовищі, була побудована карта локальних структур. Її співставлення з картою розподілу газоносності пласта дає підставу для ствердження, що зони підвищення газу приурочені до найбільш складних у тектонічному відношенні зон, до крутих, швидко змінюючих свій напрямок падіння "схилів" локальних структур. Крім того, такі зони мають характерні співвідношення літологічних різностей вміщуючих порід: у покрівлі залягає аргіліт або вапняк, а у ґрунті – алевроліт.

Отримані дані дозволяють зробити висновки:

1. До головних геологічних факторів, які впливають на розподіл газу у вугленосній товщі Південно-Західної частини Львівсько-Волинського басейну, відносяться: історико-геологічні умови його розвитку, тектонічна будова, літологічний склад вміщуючих порід та локальні структури.

2. Складні історико-геологічні умови розвитку басейну порушили газоносність, зумовлену ступенем перетворення органічної маси вугілля, і зменшили вплив глибини залягання пластів на розподіл метану.

3. Міграція газів із Великомогілівського газового родовища сприяє скупченню метану у літологічних та структурних пастках.

4. Застосування залежності газоносності від інших геологічних факторів для удосконалення прогнозу газоносності досить проблематичне і не задовольняє вимогам геологорозвідувальних робіт.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Инструкция по определению и прогнозу газоносности угольных пластов и вмещающих пород при геологоразведочных работах. М.: Недра, 1977. — 96 с.
2. Аналіз газоносності та експрес-інформація за результатами робіт початку першого етапу буріння свердловини "А" на Тяглівському родовищі Львівсько-Волинського басейну / Лелик Б., Решко М., Гірний Є.Й., Купфершмідт Т., Колтун Ю. // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць ІГТМ НАН України. — Дн-ськ, 2000. — Вип.17. — С. 119 — 123.
3. Забигайло В.Е., Широков А.З. Проблемы геологии газов угольных месторождений. — К.: Наук. думка, 1972. — 172 с.
4. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР. Т.1 (Угольные бассейны и месторождения европейской части СССР) / Белокопы В.Г., Брижанев А.М., Зимаков Б.М., Колесник В.Я., Кравцов А.И., Левенштейн М.Л., Лидин Г.Д., Лушников В.А., Токарева Э.Г. — М: Недра, 1979. — 627 с.
5. Геологические условия выбросоопасности угольных пластов Донбасса / Забигайло В.Е., Широков А.З., Кратенко Л.Я., Лукинов В.В., Стосав Г.М. — К.: Наук. думка, 1980. — 192 с.
6. Кушнирук В.А. Газоносность угленосной толщи Львовско-Волинского угольного бассейна. — К.: Наук. думка, 1978. — 120 с.
7. Ажгиревич Л.Ф. Закономерности размещения и образования горючих ископаемых. — Минск: Наука и техника, 1986. — 173 с.
8. Этингер И.Л. Физическая химия газоносного угольного пласта. - М.: Наука, 1981. - 104 с.
9. Кушнирук В.А., Иванов А.К., Бартошинская Е.С., Косарчин О.Л., Кристыняк В.П. Петрографический состав углей и их газоносность // Геология и геохимия горючих ископаемых. — К., 1974. — №37. — С.17 — 23.