

ГЕОЛОГІЧНІ НАУКИ

УДК 553.981:553.94 (477.8)

DOI: 10.15587/2313-8416.2017.96462

**ВИЗНАЧЕННЯ МЕТАНОГЕНЕРАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПОЛІВ
ВЕЛИКОМОСТІВСЬКИХ ШАХТ № 3, 4, 6 МЕЖИРІЧЕНСЬКОГО
ГАЗО-ВУГІЛЬНОГО РОДОВИЩА**

© В. І. Узіюк, І. В. Шайнога, М. І. Зубик

Вперше розраховано загальний метаногенераційний потенціал полів Великомоствівської групи шахт (№ 3, 4, 6) Межиріченського газо-вугільного родовища.

Його обсяг у надрах Землі, встановлений геологічними, лабораторно-аналітичними і статистичними методами по 255 вугільних пластах і прошарках, перебурих 374 свердловинами, визначено в наступній кількості: ВМ № 3 – 75149 млн. м³, ВМ № 4 – 157458 млн. м³, ВМ № 6 – 125564 млн. м³, разом 358171 млн. м³.

Доказано, що на торф'яній стадії вуглеутворення із торфовища в атмосферу вийшла наступна кількість метану: ВМ № 3 – 1517 млн. м³, ВМ № 4 – 3173 млн. м³, ВМ № 6 – 2537 млн. м³, разом 7227 млн. м³

Ключові слова: метаногенераційний потенціал, торф, вугілля, прошарок, пласт, поле шахти, родовище, свердловина

1. Вступ

Проблеми вуглеводнів земної кори кінцево ще не вирішені. Вчені спеціальності 04.00.17 – «Геологія нафти і газу» до вуглеводнів відносять нафту, газ, конденсат і озокерит [1, 2], а вчені, що вивчають вугілля, стверджують, що воно має усереднений елементний склад C₁₃₅H₉₆O₉N₅S і також являється типовим твердофазовим вуглеводнем [3]. Потребують подальшого наукового обґрунтування наявний у природі генетичний зв'язок між твердими, рідкими та газоподібними вуглеводнями, гіпотези походження вуглеводнів, роль глибинних (аж домантійних) і внутрішньоформаційних розривних порушень у їхній міграції та формуванні покладів і родовищ, а також науковий прогноз сучасного їхнього місцезнаходження. Проблеми походження, міграції та локалізації газу метану, його гомологів, діоксиду вуглецю та азоту особливо важливі для газовугільних басейнів за наступних обставин. Незважаючи на те, що за останні десятиліття минулого сторіччя газ метан газовугільних басейнів науково обґрунтовано переведено із рангу «ворог шахтарів» у ранг «корисна копалина» він нині, як більше 100 років тому, вибухає в шахтах, руйнує всент усю підземну, а інколи і наземну інфраструктуру шахт. Запаси метану у вугленосній товщі Донбасу, підраховані різними вченими, дуже великі і змінюються від 2,5–3,5 до 117 трильйонів м³, а у Львівсько-Волинському басейні перевищують 10 млрд. м³ [4]. Підрахунками метаногенераційного потенціалу лише основних робочих вугільних пластів цих басейнів однозначно доведено, що це лише незначна залишко-

ва частина від загальної його кількості, генерованої за 160 млн. років вуглетворною фітомасою на всіх стадіях перетворення її у торф, буре, кам'яне вугілля і антрацит [5].

Проблема походження шахтного метану також однозначно ще не вирішена. Переважаюча більшість вчених вугільної галузі науково обґрунтувала метаморфогенне його походження з торфо-вуглетворної фітомаси, інші вчені, переважно нафто-газової спеціальності, пробують довести неорганічне його утворення в глибинних горизонтах земної кори і надходження у вугленосні формації та шахтні гірничі виробки по глибинних (мантійних), внутрішньо-формаційних велико- і малоамплітудних тектонічних порушеннях. Яскравим прикладом того є дослідження в якому доведена можливість міграції метану Великомоствівського газового родовища з порід середнього девону у вуглевмісні породи і вугільні пласти серпухівського ярусу карбону та в гірничі виробки шахт Межиріченського газо-кам'яновугільного родовища по внутрішньоформаційному розломуві [6].

Загалом Великомоствівське газове родовище девону і територіально близькі до нього Межиріченське, Тягівське і Любельське родовища кам'яного вугілля та газу метану карбону нині є дуже інформативним природно і штучно підготовленим полігоном для комплексного науково обґрунтованого вирішення проблем походження шахтних газів та розробки методів запобігання вибухів метану в шахтах з наступних обставин. В. Я. Караваєв вперше побудував дуже інформативну схематичну карту масштабу 1:100000

основних розломів кристалічного фундаменту Львівсько-Волинського газо-кам'яновугільного басейну та суміжних територій, а також тектонічну карту продуктивної товщі серпухівського ярусу басейну масштабу 1:100000 [7, 8]. В. І. Узіюк і С. І. Бик розраховали метаногенераційний потенціал основних робочих вугільних пластів Донецького і Львівсько-Волинського газо-вугільних басейнів [5].

Межиріченське родовище кам'яного вугілля знаходиться у південній частині Львівсько-Волинського басейну на території Червоноградського геологопромислового району. Південна його межа умовно проводиться по річці Солокія і контурах червоноградських шахт № 1 і 2, а східна і західна – по виході вугільного пласта п7н на поверхню карбону під мезо-кайнозойські відклади. Воно найбільше у Львівсько-Волинському басейні, займає площу 147 км², вміщує 338 млн. і 481 тис. тон вугілля. Загалом у 374 розрізах вивчених свердловин автори виявили, вивчили і описали 255 покладів вугілля в тім числі 50 пластів робочої товщини, 78 – неробочої товщини і 127 прошарків вугілля.

Це підтверджує велику загальну вугленосність розрізу Межиріченського родовища. По кожному вугільному пластові і прошаркові вугілля автори розраховували метаногенераційний потенціал, а сучасну газозносність визначали геологи при розвідці родовища лише по головних робочих вугільних пластах.

В умовах сучасного несприятливого енергобалансу України, в якому значну роль відіграють нафта і газ власного видобутку, яких не вистарчає, важливою проблемою її енергобезпеки є підвищення використання власного вугілля і генерованого ним метаморфогенного газу метану. Згідно з інформацією «Геоінформу» при нинішніх темпах споживання підтверджених запасів газу нафтогазових родовищ в Україні вистарчить на 67 років, нафти – на 41 рік, а вугілля – на 270 років. За прогнозом Міжнародної енергетичної агенції (World Energy-Out look special Report 2015. Energy and Climate Change) вугілля відіграватиме головну роль в енергетичному забезпеченні багатьох країн світу ще довгий час тому, що великі його запаси розвідані більше ніж у 50 країнах світу. Їх вистарчить при сучасному видобутку ще на 200 років, нафти на – 40 років, а газу нафтових і газових родовищ – лише на 60 років. Тому актуальною проблемою залишається збільшення використання нетрадиційних видів вуглеводневої сировини і, передусім вуглеводневих газів вугільних родовищ – метаморфогенного газу метану.

У вугільних пластах та вмісних їх гірських породах вугленосних формацій міститься значна кількість вуглеводневих газів, головним серед яких є метан. За даними українських вчених запаси метану у вугленосних відкладах Донецького і Львівсько-Волинського басейнів становлять 2,5–3,5 трлн. м³, з яких можна видобувати більше половини [4, 5].

Відсутність однозначної оцінки запасів та ресурсів метану у газо-вугільних басейнах зумовлює необхідність вивчення проблеми генерації газів на всіх стадіях перетворення фітомаси – від седиментогенезу (торф'яна стадія вуглеутворення) по метаморфогенне перетворення вугілля в антрацити. Таке пос-

тадійне вивчення кількості генерації фітомасою метаморфогенних газів дозволить оцінити їхню роль в утворенні родовищ газу у вугільних басейнах на різних етапах їхнього формування і найбільш достовірно оцінити загальну кількість газів, генерованих органічною речовиною та сучасний видобувний газогенераційний потенціал.

2. Літературний огляд

Лабораторне моделювання процесів біохімічного перетворення органічної речовини торфу провели С. А. Рогозіна, І. К. Норенкова, С. В. Вільтовська, Є. В. Костюнічева [9]. Вони розраховували метаногенуючий потенціал верхніх 10 см шару торфу на початковому етапі його перетворення і встановили, що 1 км² площі торфовища генерує 3,2×10⁵ м³ метану, з яких 0,6×10⁵ м³ (18,7 %) знаходиться у сорбованому стані, а 81,3 % виходить з торфовища. Баланс газів, що утворюються при вуглефікації рослинної органічної речовини в надрах Землі, вивчався низкою вчених. К. Паттейські [10] стверджував, що кисень, який є у вугіллі, виділяється при його метаморфізмі утворюючи діоксид вуглецю та воду, а водень – метан і його гомологи. При утворенні однієї тони антрациту утворюється 278 м³ метану і 123 м³ вуглекислого газу. Р. А. Мотт [11] за системою хімічних рівнянь визначив, що при вуглефікації деревини до стадії антрациту утворюється 324 м³/т метану. В. О. Успенський [12] дійшов висновку, що метан утворюється на всіх стадіях вуглефікації. В. П. Козлов і Л. В. Токарев [4] довели, що при утворенні бурого вугілля генерується близько 68 м³/т метану, кам'яного – 161 м³/т, а при перетворенні його в антрацит виділяється 193 м³/т метану. Г. Д. Лідін [13] розрахунками підтвердив висновок про утворення 150–240 м³ метану і 120–130 кг води при метаморфічному перетворенні вугілля різних марок – від довгополуменевого до антрациту. При штучній вуглефікації кам'яного вугілля і антрациту Х. Юнтген та Дж. Карвайл [14] отримали газопродуктивність близьку до визначеної В. П. Козловим і Л. В. Токаревим. Штучною вуглефікацією антрацитів Донбасу В. Л. Соколов, Н. Д. Гуляєва, В. І. Узіюк доказали продовження виділення газів на антрацитівій стадії вуглеутворення [15].

Узагальнення робіт попередніх дослідників при оцінці генерації газів рослинною органічною речовиною в процесі її перетворення у вугілля проведене В. І. Єрмаковим та В. А. Скоробогатовим [14]. Вони дійшли висновку про задовільну збіжність результатів досліджень, наведених у роботах [10–12, 14]. Подальші дослідження вказали на необхідність проведення подальшої оцінки газоутворення на основі розрахунків [4, 12] за стадіями вуглефікації та технологічними марками вугілля. Згідно з ними при утворенні 1 т вугілля генеруються наступні кількості м³ метану:

- бурого землистого і матового (марок Б_{I-II}) – 68;
- бурого блискучого (Б_{III}) – 100;
- довгополуменевого (Д) – 168;
- газового (Г) – 212;
- жирного (Ж) – 229;
- коксівного (К) – 270;
- піснуватого спікливого (ПС) – 287;

- пісного і напівантрациту (П+НА) – 333;
- антрациту (А) – 419.

На основі цих даних і ресурсів вугілля, наведених у роботі [5] оцінили газогенераційний потенціал Донецького і Львівсько-Волинського газо-вугільних басейнів. Сумарний газогенераційний потенціал Донецького басейну визначений в кількості 277982525 млн. м³, а Львівсько-Волинського – 24355887 млн. м³. Газогенераційний потенціал окремо взятих родовищ Львівсько-Волинського басейну за стадіями вуглеутворення та технологічними марками вугілля кожного окремо взятого вугільного пласта і прошарка попередніми дослідниками не вивчався.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – проведення поетапної та помарочної оцінки метаногенераційного потенціалу робочих, неробочих вугільних пластів і прошарків вугілля полів Великомоствських (ВМ) шахт № 3, 4 і 6 Межиріченського родовища на торф'яній, буровугільній і кам'яновугільній стадіях перетворення фітомаси у торф і вугілля.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

1. Збір у геологічних фондах Львівської і Львівсько – Волинської геологічних експедицій та попереднє вивчення 374 геологічних розрізів свердловин, пробурених на полях Великомоствських шахт № 3, 4, 6.

2. Детальне комплексне вивчення геологічної будови розрізів свердловин і перебудованих ними вугільних пластів та прошарків вугілля.

3. Класифікація пластів та прошарків вугілля за їхньою товщиною і синонімією.

4. Визначення площі поширення, об'єму і запасів вугілля кожного пласта і прошарку на кожному шахтному полі.

5. Розрахунок метаногенераційного потенціалу торфоутворювальної фітомаси окремо кожного пласта і прошарку вугілля на шахтному полі та сумарної кількості генерованого ними метану.

6. Визначення окремо по кожному пластові і прошаркові вугілля та сумарної кількості метану сорбованого торфом і того, що вийшов з торфовища.

7. Розрахунок метаногенераційного потенціалу бурого, довгополуменевого і газового вугілля кожного окремо і всіх разом вивчених пластів і прошарків вугілля.

8. Розрахунок загальної кількості метану генерованого фітомасою кожного і всіх вугільних пластів та прошарків вугілля при утворенні торфу та сорбованого ним і при перетворенні торфу в буре, довгополуменево та газове вугілля.

4. Матеріали та методи дослідження

Метаногенераційний потенціал вугільних пластів і прошарків вугілля вивчали комплексом геологічних, лабораторно-аналітичних і статистичних методів досліджень розрізів 374 свердловин, пепебурених ними неорганічних порід, 255 вугільних пластів і прошарків, фондових матеріалів і опублікованих робіт. Метаногенераційний потенціал фітомаси, що поступово накопичувалась у басейні седиментації та

перетворювалась у торф і вугілля, визначали у два етапи. На першому розраховували кількість метану, що утворився при біохімічному перетворенні фітомаси в торф упродовж терміну формування всієї потужності його покладу (торф'яна стадія), а на другому – розраховували кількість метану, генеровану торфом при поступовому перетворенні його в буре (буровугільна) і кам'яне вугілля (кам'яновугільна стадія).

В основу визначення метаногенераційного потенціалу вугільних пластів і прошарків були покладені наступні їхні показники, отримані в процесі буріння свердловин та розраховані за результатами комплексного вивчення вугільних пластів, прошарків і вугілля, що їх складає:

- середні для родовища значення потужності кожного сучасного вугільного пласта і прошарку та покладів торфу, з яких вони утворились, виражені в метрах;

- площа поширення кожного пласта і прошарку вугілля на полі шахти, виражена в км²;

- середня об'ємна маса вугілля, визначена лабораторними методами і виражена в т/м³;

- послідовно розраховані за цими показниками об'єм вугілля в млн. м³ та його запаси в млн. т;

- кількість метану, генерованого кожними 10 см потужності покладу торфу на площі 1 км² та на всій площі його поширення, виражена в млн. м³;

- кількість метану сорбованого торфом при газогенерації і того, що вийшов з торфовища, виражена в млн. м³;

- технологічна марка вугілля;

- вихід метану при утворенні 1 тони вугілля більш метаморфізованого (вищої марки) з менш метаморфізованого (нижчої технологічної марки), виражений в м³/т;

- загальна кількість метану, захороненого у торфі, вугіллі та неорганічних породах – колекторах, виражена в млн. м³.

Середню потужність вугільного пласта визначали діленням сумарної його товщини по всіх свердловинах, що перебували, на їхню кількість, а площу поширення заміряли на гіпсометричних планах побудованих в масштабі 1:5000. Об'єм вугілля кожного пласта і прошарку на площі шахти розраховували множенням їхньої середньої товщини на площу поширення, а запаси вугілля – множенням його об'єму на середню об'ємну масу вугілля визначену лабораторними методами, що дорівнює 1,34 т/м³. Ступінь скорочення (усадки) потужності тоф'яних покладів при переході зрілого торфу у кам'яне вугілля, що дорівнює 4,85 рази, розраховували згідно з інформацією, наведеною в роботі В. Н. Волкова [16] і результатами наших досліджень. Потужність покладу торфу, з якого утворився пласт вугілля, визначали множенням сучасної його потужності на ступінь скорочення торф'яного покладу при вуглеутворенні. Кількість метану, генерованого рослинною органічною речовиною при торфоутворенні, визначали згідно з висновком [9] про те, що кожні 10 см потужності покладу торфу на етапі перетворення у вугілля генерують на площі 1 км² 0,320 млн. м³ метану, з яких лише 18,7 % сорбується торфом, а 81,3 % виходить з нього [8]. Кількість метану, генерованого кожними 10 см

покладу торфу на всій площі його поширення розраховували множенням значення 0,320 млн. м³ на сучасну площу поширення вугільного пласта (покладу торфу), а генерованого всією потужністю покладу торфу – множенням отриманого значення на всю потужність покладу торфу в см і діленням добутку на 10. Значення метану, сорбованого торфом і того, що вийшов з торфовища визначали згідно з відсотками, відповідно 18,7 % та 81,3 %, встановленими авторами роботи [9].

При визначенні метаногенераційного потенціалу вугілля дотримувались гіпотези про стадії та ряд метаморфізму, згідно з якими з фітомаси утворюється торф, а з нього в надрах Землі – буре вугілля, яке при зміні термобаричних умов надр поступово перетворюється в кам'яне вугілля різних марок та в антрацит. Для визначення метаногенераційного потенціалу кам'яного вугілля полів шахт Межиріченського родовища на різних етапах вуглефікації органічної речовини використовували наступну інформацію про виділення метану в процесі перетворення однієї тони вугілля різних марок в залежності від стадії вуглефікації, наведену в роботі [4]:

- буре землисте і матове вугілля (марка Б I-II) – 68 м³/т;
- буре блискуче вугілля (марка Б III) – 100 м³/т;
- середнє значення для бурого вугілля – 84 м³/т;
- кам'яне довгополуменеве вугілля (марка Д) – 168 м³/т;
- газове (Г) – 212 м³/т.

Загальну кількість метану, генерованого у процесі утворення торфу, бурого і кам'яного вугілля та генетично захороненого у торфі, вугіллі і вмісних його неорганічних колекторах, визначали додаван-

ням кількості метану, утвореного на торф'яній стадії та сорбованого торфом до його кількості, генерованої при утворенні вугілля всіх перехідних технологічних його марок.

Приклади розрахунків метаногенераційного потенціалу торфоутворювальної фітомаси і вугільних пластів наведені у табл. 1 і 2.

5. Результати досліджень

Для торф'яної стадії вуглеутворення розраховували окремо загальну кількість метану, генерованого фітомасою, його кількість сорбовану торфом і кількість того, що вийшов з торфовища. Для буровугільної і кам'яновугільної стадій розраховували – загальні запаси вугілля кожної групи пластів і прошарків сучасної марки «Г», що утворилося з бурого (марки Б) і довгополуменевого (марки Д) вугілля та кількість генерованого метану при утворенні кожної марки вугілля і загальну його кількість.

Розрахунки метаногенераційного потенціалу всіх 38 робочих вугільних пластів з синонімікою, 12 робочих пластів без синоніміки, 52 неробочих вугільних пластів з синонімікою, 26 неробочих вугільних пластів без синоніміки, 73 прошарків вугілля з синонімікою і 54 прошарків без синоніміки за формами таблиць 1 та 2 згруповані у 36 робочих його таблиць. Інформація про метаногенераційний потенціал торф'яної і кам'яновугільної стадій вуглеутворення окремо для всіх груп робочих вугільних пластів з синонімікою, без синоніміки, неробочих вугільних пластів з синонімікою, без синоніміки і прошарків вугілля з синонімікою та без синоніміки по кожному шахтному полю нами узагальнена і представлена у табл. 3–5.

Таблиця 1

Розрахунок метаногенераційного потенціалу торфоутворювальної фітомаси робочих вугільних пластів з синонімікою

№ з/п	Пласт	Середня потужність вугільного пласта, м	Ступінь скорочення торфу при вуглеутворенні	Потужність торфовища перетвореного на вугільний пласт, м	Площа поширення пласта вугілля (торфовища), км ²	Кількість метану, генерованого 10 см потужності торфовища на 1 км ² , млн. м ³	Кількість метану, %		Кількість метану, генерованого рослинною органікою при торфоутворенні на площі поширення торфовища, млн.м ³		Загальна кількість метану, млн. м ³	
							Сорбованого торфом	Що вийшов з торфовища	Кожними 10 см потужності торфовища	Всією потужністю торфовища	Сорбованого торфовищем	Що вийшов з торфовища
1	v ₆	0,79	4,85	3,83	7,7	0,32	18,7	81,3	2,46	94,41	17,654	76,754
2	n ₇	0,66	4,85	3,20	11,1	0,32	18,7	81,3	3,55	113,70	21,262	92,438
3	n ₇ ^H	1,39	4,85	6,74	13,5	0,32	18,7	81,3	4,32	291,23	54,461	236,772
4	n ₇ ^B	0,71	4,85	3,44	9,2	0,32	18,7	81,3	2,94	101,38	18,957	82,419
5	n ₇ ¹	0,83	4,85	4,03	8,1	0,32	18,7	81,3	2,59	104,34	19,512	84,829
6	n ₈	0,96	4,85	4,66	9,2	0,32	18,7	81,3	2,94	137,07	25,633	111,440
7	n ₈ ^B	0,99	4,85	4,80	11,6	0,32	18,7	81,3	3,71	178,23	33,329	144,902
8	n ₉	0,70	4,85	3,40	6,8	0,32	18,7	81,3	2,18	73,88	13,815	60,061
									Всього	1094,24	204,622	889,615

Таблиця 2

Розрахунок метаногенераційного потенціалу робочих вугільних пластів з синонімікою

№ з/п	Пласт	Середня потужність вугільного пласта, м	Площа поширення пласта вугілля, км ²	Об'єм вугілля пласта, млн. м ³	Середня об'ємна масавугілля, т/м ³	Запаси (ресурси) вугілля, млн. т	Загальна кількість метану, що утворився із ресурсів кам'яного вугілля по його марках, млн.м ³		
							Б	Д	Г
1	v ₆	0,79	7,7	6,083	1,34	8,151	684,702	1369,405	1728,059
2	n ₇	0,66	11,1	7,326	1,34	9,817	824,615	1649,229	2081,170
3	n ₇ ^H	1,39	13,5	18,765	1,34	25,145	2112,188	4224,377	5330,761
4	n ₇ ^B	0,71	9,2	6,532	1,34	8,753	735,242	1470,484	1855,611
5	n ₇ ¹	0,83	8,1	6,723	1,34	9,009	756,741	1513,482	1909,870
6	n ₈	0,96	9,2	8,832	1,34	11,835	994,130	1988,260	2508,995
7	n ₈ ^B	0,99	11,6	11,484	1,34	15,389	1292,639	2585,278	3262,375
8	n ₉	0,70	6,8	4,76	1,34	6,378	535,786	1071,571	1352,221
						Всього	7936,043	15872,086	20029,060

Таблиця 3

Метаногенераційний потенціал вуглетворної фітомаси пластів і прошарків вугілля поля шахти Великомоствіської № 3 (ВМ № 3)

Пласти і прошарки вугілля	Пласти вугілля				Прошарки вугілля		Разом: млн. т., млн. м ³
	Робочі з синонімікою (8)	Робочі без синоніміки (6)	Не робочі з синонімікою (8)	Неробочі без синоніміки (5)	З синонімікою (17)	Без синоніміки (8)	
Запаси вугілля і генерований метан							
Запаси вугілля, млн.т.	94	36	15	6	7	3	161
Метан:							
1. Генерований і сорбований торфом, млн. м ³	205	79	33	13	14	6	350
2. Вийшов з торфовища, млн. м ³	889	342	141	58	63	24	1517
3. Генерований вугіллям марок Б+Д+Г, млн. м ³	43837	16882	6979	2854	3068	1179	74799
Всього метану, що залишився у надрах, млн. м ³	44042	16961	7012	2867	3082	1185	75149

Таблиця 4

Метаногенераційний потенціал вуглетворної фітомаси пластів і прошарків вугілля шахти Великомоствіської № 4 (ВМ № 4)

Пласти і прошарки вугілля	Пласти вугілля				Прошарки вугілля		Разом: млн.т., млн. м ³
	Робочі з синонімікою (17)	Робочі без синоніміки (4)	Неробочі з синонімікою (27)	Неробочі без синоніміки (10)	З синонімікою (34)	Без синоніміки (26)	
Запаси вугілля і генерований метан							
Запаси вугілля, млн.т.	204	29	58	18	19	10	338
Метан:							
1. Генерований і сорбований торфом, млн. м ³	442	62	125	40	37	23	729
2. Вийшов з торфовища, млн. м ³	1922	268	543	174	167	99	3173
3. Генерований вугіллям марок Б+Д+Г, млн. м ³	94701	13231	26753	8557	8644	4843	156729
Всього метану, що залишився у надрах, млн. м ³	95143	13293	26878	8597	8681	4866	157458

Пошахтне зіставлення кількості вивчених робочих і неробочих вугільних пластів з синонімікою і без синоніміки, прошарків вугілля з синонімікою і без синоніміки, розрахованих запасів вугілля пластів і прошарків, загальної кількості метану, генерованого фітомасою при утворенні тор-

фу, сорбованого торфом і того, що залишив торфовище, а також генерованого торфом при перетворенні його послідовно в буре, довгополуменеве і газове вугілля та загальної кількості метану генерованого на всіх стадіях вуглеутворення і захороненого в колекторах, наведено у табл. 6.

Таблиця 5

Метаногенераційний потенціал вуглетворної фітомаси пластів і прошарків вугілля шахти
Великомостівської № 6 (ВМ № 6)

Запаси вугілля і генерований метан	Пласти вугілля				Прошарки вугілля		Разом млн. т., млн. м ³
	Робочі з синонімікою (13)	Робочі без синоніміки (2)	Неробочі з синонімікою (17)	Неробочі без синоніміки (11)	З синонімікою (22)	Без синоніміки (20)	
Запаси вугілля, млн. т.	153	21	43	25	15	12	269
Метан:							
1. Генерований і сорбований торфом, млн. м ³	332	46	93	54	32	25	582
2. Вийшов з торфовища млн. м ³	1445	202	404	236	141	109	2537
3. Генерований вугіллям марок Б+Д+Г, млн. м ³	71176	9952	19931	11615	6931	5377	124982
Всього метану, що залишився в надрах, млн. м ³	71508	9998	20024	11669	6963	5402	125564

Таблиця 6

Зіставлення різновидів та обсягів виконаних робіт і отриманих результатів по полях Великобостівських шахт
№ 3, 4, 6

Кіл-ть пластів, прошарків, запасів вугілля, генерованого метану	Пласти вугілля				Прошарки вугілля		Разом: млн. т., млн. м ³
	Робочі з синонімікою	Робочі без синоніміки	Неробочі з синонімікою	Неробочі без синоніміки	З синонімікою	Без синоніміки	
Вугілля пластів і прошарків.	Поле шахти Великобостівської № 3						
	8	6	8	5	17	8	52
Запасів вугілля, млн. т.	94	36	15	6	7	3	161
Генерованого всього метану, млн. м ³ , в тім числі: торфотворною фітомасою	1094	421	174	71	77	30	1867
Сорбованого торфом	205	79	33	13	14	6	350
Вийшов з торфовища	889	342	141	58	63	24	1517
Вугіллям марок Б+Д+Г	43837	16882	6979	2854	3068	1179	74799
Всього метану залишилось у колекторах, млн. м ³	44042	16961	7012	2867	3082	1185	75149
Вугілля пластів і прошарків.	Поле шахти Великобостівської № 4						
	17	4	27	10	34	26	118
Запасів вугілля, млн. т.	204	29	58	18	19	10	338
Генерованого всього метану, млн. м ³ , в тім числі: торфотворною фітомасою	2364	330	668	214	204	121	3901
Сорбованого торфом	442	62	125	40	37	23	729
Вийшов з торфовища	1922	268	543	174	167	99	3173
Вугіллям марок Б+Д+Г	94701	13231	26753	8557	8644	4843	156729
Всього метану залишилось у колекторах, млн. м ³	95143	13293	26878	8597	8681	4866	157458
Вугілля пластів і прошарків.	Поле шахт Великобостівських № 3, 4, 6						
	13	2	17	11	22	20	85
Запасів вугілля, млн. т.	153	21	43	25	15	12	269
Генерованого всього метану, млн. м ³ , в тім числі: торфотворною фітомасою	1777	248	497	290	173	134	3119
Сорбованого торфом	332	46	93	54	32	25	582
Вийшов з торфовища	1445	202	404	236	141	109	2537
Вугіллям марок Б+Д+Г	71176	9952	19931	11615	6931	5377	124982
Всього метану залишилось у колекторах, млн. м ³	71508	9998	20024	11669	6963	5402	125564
Вугілля пластів і прошарків.	Полів шахт Великобостівських № 3, 4, 6						
	38	12	52	26	73	54	255
Запасів вугілля, млн. т.	451	86	116	49	41	25	768
Генерованого всього метану, млн. м ³ , в тім числі: торфотворною фітомасою	5235	999	1339	575	454	285	8887
Сорбованого торфом	979	187	251	107	83	54	1661
Вийшов з торфовища	4256	812	1088	468	371	232	7227
Вугіллям марок Б+Д+Г	209714	40065	53663	23026	18643	11399	356510
Всього метану залишилось у колекторах, млн. м ³	210693	40252	53914	23133	18726	11453	358171

Дані наведені в табл. 6 свідчать про неоднакову вугленосність полів шахт, різні запаси вугілля в їхніх надрах і різну кількість метану, генерованого на кожній стадії вуглеутворення та збереженого в колекторах. Найбільшу вугленосність (58 робочих вугільних пластів і 60 пршарків вугілля) виявили у процесі вивчення геологічних розрізів 240 свердловин, що перебували вугленосну товщу поля шахти ВМ № 4. За вугленосністю розраховані наступні найбільші загальні промислові показники поля шахти: запаси вугілля 338 млн. тон, генерованого торфотворною фітомасою всього 3901 млн. м³, сорбованого торфом 729 млн. м³, вийшло з торфовища 3173 млн. м³ метану, а буре, довгополуменеве та газове вугілля генерувало 156729 млн. м³ і в колекторах зосередилося всього 157458 млн. м³ метану.

Друге місце за промисловими показниками займає поле шахти ВМ № 6. У вивчених геологічних розрізах 112 свердловин, що розкрили вугленосну товщу, виявили 85 пластів і прошарків вугілля із загальними його запасами 269 млн. тон, що на 69 млн. тон менше, ніж у вугленосній товщі поля шахти Великомоствської № 4. При утворенні торфу фітомаса генерувала менше метану (3119 млн. м³ проти 3901 м³), торф сорбував всього 582 млн. м³, тобто на 147 млн. м³ менше і на 636 млн. м³ менше метану вийшло з торфовища. Менші запаси вугілля генерували у процесі утворення меншу кількість метану (124982 млн. м³ проти 156729 м³), менша загальна його кількість (125564 млн. м³ проти 157458 м³) залишилася у колекторах.

Найменші промислові показники виявлені у процесі вивчення 22 геологічних розрізів свердловин, що перебували вугленосну товщу поля шахти ВМ № 3. Так, 52 пласти і прошарки вугілля загальними запасами 161 млн. тон генерували на торф'яній стадії всього 1867 млн. м³ метану, з яких торф сорбував 350 млн. м³, а 1517 млн. м³ вийшло з торфовища. Потім на буровугільній і кам'яновугільній стадіях 161 млн. тон вугілля, утвореного з торфу, генерував 74799 млн. м³ і загальна його кількість у вугленосній товщі досягла 75149 млн. м³, що на 82309 млн. м³ менше, ніж у вугленосній товщі поля шахти ВМ № 4 і на 50415 млн. м³ менше від кількості метану у вугленосній товщі поля шахти ВМ № 6.

Разом у 374 вивчених геологічних розрізах свердловин, пробурених на трьох шахтних полях, виявлено 255 робочих, неробочих вугільних пластів та прошарків вугілля з синонімікою і без синоніміки загальними його запасами 768 млн. тон (табл. 6). На торф'яній стадії вуглеутворення фітомаса трьох полів шахти генерувала 8887 млн. м³ метану, з яких торф сорбував 1661 млн. м³ і 7225 млн. м³ вийшло з торфовища.

У процесі послідовного перетворення торфу у буре, довгополуменеве і газове вугілля торфо – вуглетворна фітомаса і вугілля генерували 356510 млн. м³ метану і загальна його кількість у вугленосній товщі трьох шахтних полів збільшилась до 358171 млн. м³.

6. Висновки

1. Межиріченське родовище кам'яного вугілля геоструктурно знаходиться в Межиріченській син-

кліналі, що простягається у північно-західному напрямку на 27 км при ширині 10–16 км. Воно найбільше в басейні за площею (147 км²), запасами вугілля (338 млн. 481 тис. тон) і кількістю шахтних полів (10 Великомоствських і 2 Червоноградських). Тектонічна будова синкліналі та родовища складна і, безумовно впливає на сучасну вугленосність та метаносність надр шахтних полів.

2. Для визначення метаногенераційного потенціалу всі 255 пластів і прошарків виявлені у 374 геологічних розрізах свердловин, класифіковані на 6 груп: робочі товщиною 0,50 м і більше з синонімікою, робочі без синоніміки, неробочі товщиною 0,30–0,49 м з синонімікою та без синоніміки та прошарки товщиною 0,05–0,29 м з синонімікою і без синоніміки.

3. На вивчених шахтних полях свердловинами перебурені різні пласти і прошарки вугілля, знизу догори: ВМ № 3 – від пласта v₂, прошарка v₁¹ по пласт n₉⁰, прошарок n₉; ВМ № 4 – від пласта v₀, прошарка v₁¹ по пласт v₃, прошарок v₃¹; ВМ № 6 – від пласта v₁, прошарка v₂ по пласт n₁₂, прошарок n₁₂¹. Однак торфовища сучасних пластів і прошарків вугілля початково формувались не в геосинкліналі, а на майже рівнинній прилагуній низовині, по-різному заселеній торфо-вуглетворними рослинами, що також вплинуло на різну сучасну вугле-газосність вугленосної товщі шахтних полів.

3. Вугілля всіх пластів і прошарків утворилось із фітомаси перетвореної спочатку в наземних болотах біохімічними процесами в торф, а потім послідовними перетвореннями його фізико-хімічними процесами в буре, довгополуменеве і газове вугілля у відповідних термобаричних умовах земної кори. Метаногенераційний потенціал кожного шахтного поля, розрахований окремо для торф'яної, буровугільної, довгополуменевої і газової стадій вуглеутворення різний.

5. Метан полів Великомоствських шахт № 3, 4 і 6 Межиріченського родовища утворився на торф'яній стадії у процесі біохімічного перетворення фітомаси у торф в наземних умовах торф'яних боліт, а після захоронення торфу у надра Землі – у процесі фізико-хімічного перетворення торфу у буре вугілля, його – в довгополуменеве і останнього в газове. У процесі перетворення фітомаси у торф переважна більшість генерованого метану (81,3 %) виходила з торф'яного болота і лише 18,7 % метану сорбував торф. При утворенні однієї тони бурого вугілля торфо – вуглетворна фітомаса генерувала в середньому 84 м³ метану, бурого у довгополуменеве – 168 м³ і довгополуменевого у газове – 212 м³ метану.

6. На торф'яній стадії вуглеутворення фітомаса полів шахт генерувала наступну кількість метану: ВМ № 3 – всього 1867 млн. м³, торф сорбував 350 млн. м³, а 1517 млн. м³ вийшло з торфовища; ВМ № 4 – всього 3901 млн. м³, торф сорбував 729 млн. м³, а 3173 млн. м³ вийшло з торфовища; ВМ № 6 – всього 3119 млн. м³, торф сорбував 582 млн. м³, а 2537 млн. м³ вийшло з торфовища.

За період перетворення торфу у буре вугілля і його у кам'яне на полях шахт генеровано метану: ВМ № 3 – 74799 млн. м³, ВМ № 4 – 156729 млн. м³, ВМ № 6 – 124982 млн. м³; разом на торф'яній, буровугільній і кам'яновугільній стадіях ВМ № 3 –

75149 млн. м³, ВМ № 4 – 157458 млн. м³, ВМ № 6 – 125564 млн. м³. На всіх стадіях вуглеутворення фітома-са і вугілля генерували всього 358171 млн. м³ метану.

7. Результати визначення метаногенераційного потенціалу вугільних пластів і прошарків необхідно

враховувати при розвідці родовищ вугілля, прогнозній оцінці газоносності вугільних пластів, родовищ і газо-вугільних басейнів, а також при оцінці гірничо-геологічних умов їхньої розробки та можливості утилізації метану.

Література

1. Доленко, Г. Н. Нефтегазоносные провинции Украины [Текст]: монография / Г. Н. Доленко, Л. Т. Бойчевская, М. В. Бойчук и др.; ред. В. К. Гаврыш. – К.: Наукова думка, 1985. – 172 с.
2. Порфирьев, В. П. Природа нефти газа и ископаемых углей. Нефть и уголь – каустобиолиты. Т. 1. Абиогенная нефть. Т. 2 [Текст] / В. П. Порфирьев, В. А. Краюшкин, А. В. Чекунов, В. Б. Сологуб и др.; ред. Е. Ф. Шнюков. – К.: Наукова думка, 1987. – 223 с., 216 с.
3. Ван-Кревелен, Д. В. Наука об угле [Текст] / Д. В. Ван-Кревелен, Ж. Шуер. – М.: Госнаучтехиздат литературы по горному делу, 1960. – 304 с.
4. Козлов, В. П. Масштабы газообразования в осадочных толщах (на примере Донецкого бассейна) [Текст] / В. П. Козлов, Л. В. Токарев // Советская геология. – 1961. – № 7. – С. 19–35.
5. Узіюк, В. І. Газогенераційний потенціал кам'яновугільних басейнів України [Текст] / В. І. Узіюк, С. І. Бик, А. В. Ільчишин // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2001. – № 2. – С. 110–121.
6. Петриковская, М. Е. Исследование изотопного состава метановых газов Межреченского каменноугольного месторождения в связи с его газоносностью [Текст] / М. Е. Петриковская, А. К. Иванов, В. А. Кушнирук и др. // Геология и геохимия горючих ископаемых. – 1969. – № 18. – С. 38–45.
7. Караваев, В. Я. Тектоника Львовско-Волынского бассейна [Текст] / В. Я. Караваев // Отчет по НИР: Угленосные формации Львовско-Волынского бассейна и их промышленное значение. – Львов: Фонды ИГГК НАН Украины, 1990. – Т. 1. – С. 240–281.
8. Караваев, В. Я. Тектоника Львовско-Волынского бассейна. Т. 2 [Текст]: монография / В. Я. Караваев, А. В. Анциферов, А. А. Голубев и др. – Донецк: Вебер, 2010. – С. 251–266.
9. Рогозина, Е. А. Генерация газов при биохимическом преобразовании органического вещества [Текст] / Е. А. Рогозина, И. К. Норенкова, С. В. Вильтовская и др. // Химия твердого топлива. – 1978. – № 2. – С. 30–33.
10. Patteisky, K. Die Geologie der in Kohlengebirge auftretenden Gase [Text] / K. Patteisky // Gluckauf. – 1926. – Vol. 49.
11. Mott, R. A. The origin and composition of coals [Text] / R. A. Mott // Fuel in science and practice. – 1943. – Vol. 22, Issue 1.
12. Успенский, В. А. Опыт материального баланса процессов, происходящих при метаморфизме угольных пластов [Текст] / В. А. Успенский // Известия АН СССР. Серия геология. – 1954. – № 6. – С. 94–101.
13. Лидин, Г. Д. Газообильность каменноугольных шахт СССР. Т. 3 [Текст]: монография / Г. Д. Лидин. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 350 с.
14. Ермаков, В. И. Образование углеводородных газов в угленосных и субугленосных формациях [Текст] / В. И. Ермаков, В. А. Скоробогатов; ред. И. В. Еремин, Б. М. Зимаков. – М.: Недра, 1984. – 206 с.
15. Соколов, В. Л. Газообразование на высоких стадиях углефикации (по экспериментальным данным) [Текст] / В. Л. Соколов, Н. Д. Гуляева, В. И. Узіюк // Геология нефти и газа. – 1978. – № 10. – С. 34–38.
16. Волков, В. Н. Генетические основы морфологии угольных пластов [Текст] / В. Н. Волков. – М.: Недра, 1973. – 136 с.

Дата надходження рукопису 06.02.2017

Узіюк Василь Іванович, доктор геолого-мінералогічних наук, кафедра історичної геології і палеонтології, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Університетська, 1, м. Львів, Україна, 79000
E-mail: coalgeol@franko.lviv.ua

Шайнога Ігор Володимирович, кандидат геологічних наук, кафедра історичної геології і палеонтології, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Університетська, 1, м. Львів, Україна, 79000
E-mail: chigvos@ukr.net

Зубик Микола Ігорович, інженер I категорії, відділ геохімії глибинних флюїдів, Інститут геології і геохімії горючих копалин Національної академії наук України, вул. Наукова, 3-а, м. Львів, Україна, 79060
E-mail: zubyk_mikola@ukr.net