

УДК 622.4.332:023.623

Безручко К.А., д-р геол. наук, ст. наук. співр.
Тихонов О.А., мол. наук. співр.
(ІГТМ НАН України)
Кузнецова Л.Д., інженер
(ВО «Укрвуглегеологія»)

ВИДОБУТОК ВУГІЛЬНОГО МЕТАНУ ТЕХНОГЕННИХ КОЛЕКТОРІВ НА ПРИКЛАДІ ШАХТИ ІМ. В.М. БАЖАНОВА

Безручко К.А., д-р геол. наук, ст. науч. сотр.
Тихонов А.А., мл. науч. сотр.
(ІГТМ НАН Украины)
Кузнецова Л.Д., инженер
(ПО «Укрвуглегеология»)

ДОБЫЧА УГОЛЬНОГО МЕТАНА ТЕХНОГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ НА ПРИМЕРЕ ШАХТЫ ИМ. В.М. БАЖАНОВА

Bezruchko K. A., D. Sc. (Geol.), Senior Researcher
Tikhonov O. A., Junior Researcher
(IGTM NAS of Ukraine)
Kuznetsova L.D., M.S. (Tech)
(Production Association «Ukrvuhleheolohiia»)

EXTRACTION COAL BED METHANE TECHNOGENIC COLLECTORS ON THE EXAMPLE MINE V.M. BAZHANOV

Анотація. Розробка способів видобування метану вугільних родовищ Донбасу відбувається в трьох напрямках: видобуток вільного метану на площах не зайнятих вуглевидобувними роботами за сприятливих геологічних умов; супутнє добування шахтного метану; добування метану з техногенних колекторів відпрацьованих полів діючих або закритих шахт. Метою роботи є обґрунтування перспектив видобутку метану вугільних родовищ України, зокрема з техногенних колекторів свердловинами пробуреними з гірничих виробок. Роботи з видобутку метану техногенних колекторів підземними свердловинами виконувалися на тимчасово непрацюючій шахті імені В.М. Бажанова ДП «Макиїввугілля» на ділянці 8-ї східної лави ухильного поля по пласту m_3 і ділянці західної розвантажувальної лави ухильного поля. В роботі надане обґрунтування можливості успішного добування метану техногенних колекторів відпрацьованих полів вугільних шахт підземними свердловинами з показниками, що дозволяють його використання в господарських цілях.

Ключові слова: видобування метану, техногенні скупчення метану, відпрацьовані полі шахт, свердловина, буріння.

1 ВСТУП

Одним з головних завдань сьогодення є забезпечення держави власними паливно-енергетичними ресурсами. У зв'язку із значним виснаженням, розвіданих свого часу, запасів природного газу і тим, що пошуки родовищ у традиційних геологічних структурах в цілому виконано, основні перспективи відкриття но-

вих покладів та нарощування обсягів видобутку вуглеводнів пов'язані з газовими джерелами нетрадиційного типу. Зокрема, газ глинистих сланцевих порід, газ низькопористих щільних пісковиків та метан вугільних родовищ.

Залучення метану вугільних родовищ до енергетичного балансу України є важливим завданням, вирішення якого забезпечить комплексність освоєння вуглеметанових родовищ і знизить екологічне навантаження на навколишнє середовище. Важливий додатковий ресурсний потенціал вуглеводневої сировини пов'язаний з покладами метану вугільних родовищ Донецького та Львівсько-Волинського вугільних басейнів.

Розробка способів видобування метану вугільних родовищ Донбасу відбувається в трьох напрямках: видобуток вільного метану на площах не зайнятих вуглевидобувними роботами за сприятливих геологічних умов; супутнє добування шахтного метану; добування метану з техногенних колекторів відпрацьованих полів діючих або закритих шахт. Метою роботи є обґрунтування перспектив видобутку метану вугільних родовищ України, зокрема з техногенних колекторів свердловинами пробуреними з гірничих виробок.

Специфіка метановугільних родовищ Донбасу полягає у тому, що породи, які переважно вміщують вуглеводневі гази – вугілля та пісковики – є практично непроникними, тому метан у них знаходиться, головним чином, у слабозв'язаному або нерухомому стані [1]. Мікропоклади та локальні скупчення вільного газу у більшості випадків пов'язані з тріщинуватими зонами. Вивільнення метану може відбуватися унаслідок природних тектонічних або техногенних процесів, коли тріщинуватість, що виникає у зоні розуцільнення, збільшує проникність вуглевміщуючих порід, підвищує рухливість фаз у системі «волога-газ» гірського масиву, сприяє формуванню зон або окремих скупчень метану, які відрізняються від фонового розповсюдження метану не обсягами, а підвищеною тріщинно-поровою або тріщинною газопроникністю. В процесі ведення очисних робіт при виїмці робочих вугільних пластів у вміщуючих породах в результаті їх розшарування і тріщиноутворення відбувається порушення рівноважного газодинамічного стану. Частина метану підроблених вугільних пластів переходить із сорбованого у вільний стан і разом з вільним метаном газонесних порід перетікає в зони з меншим газовим тиском, потрапляє в робочий простір лав та інших виробок, у вироблений простір і в свердловини дегазаційних систем. Інша частина газу перетікає в тріщини, що утворилися у вуглепородному масиві, порожнини розшарування та поровий простір порід з меншим газовим тиском, формуючи техногенні скупчення метану. Техногенні скупчення метану, сформовані в результаті взаємодії природних і техногенних чинників, з одного боку небезпечні по раптовим проривам газу в гірські виробки, а з іншого – є покладами корисної копалини – цінного енергоносія.

Добування метану з техногенних колекторів може здійснюватися як свердловинами, пробуреними з підземних виробок, так і свердловинами, пробуреними з поверхні. За своїми відмінностями позитивних якостей і недоліків в обох варіантах є загальний порядок оцінки перспективності техногенного колектора. В тому та в іншому випадку спочатку визначаються розміри площі колектора,

величина інтервалу розвантажених порід, ізолюваність від виробок, що мають газодинамічний зв'язок з шахтною атмосферою, ступінь газонасиченості та здатність до газовіддачі. Аналізується геологічна і технологічна інформація, що характеризує відпрацьоване поле в гірському відведенні діючої або закритої шахти, яке обране для добування метану. Визначаються загальні дані: кількість відпрацьованих вугільних пластів, вище яких залягають газonosні породи; розміри виїмкових ділянок і способи управління покрівлею на них. Для кожного відпрацьованого вугільного пласта визначають його потужність, що виймається та марку вугілля. Відповідно до нормативного документа [2] для цього вугілля визначається коефіцієнт, що враховує вплив ступеня метаморфізму вугілля на розміри зони розвантаження підроблених порід. З аналізу стратиграфічних колонок порід покрівлі відпрацьованих вугільних пластів визначаються наявність газonosних порід, їх природна газonosність та механічні властивості, зокрема, величини критичних деформацій розтягування та їх середнє значення. Далі, відповідно до розробленого ІГТМ НАН України галузевого стандарту [3], визначаються інтервали розвантаження порід.

Також ІГТМ НАН України розроблено спосіб добування метану із техногенних колекторів відпрацьованих полів діючих або закритих вугільних шахт та одержано патент України [4]. За цією методикою роботи з видобутку метану техногенних колекторів підземними свердловинами виконані на тимчасово непрацюючій шахті імені В.М. Бажанова ДП «Макіївугілля» на ділянці 8-ї східної лави ухильного поля по пласту m_3 і ділянці західної розвантажувальної лави ухильного поля [5].

2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Шахта ім. В.М. Бажанова розташована в північно-східній частині м. Макіївки, в тій же північно-східній частині південного крила Кальміус-Торецької котловини між двома флексурами (Калинівська і Чайкінська), що є продовженням поля шахти «Чайкіно» до північного сходу.

На балансі шахти вугільні пласти Горлівської свити (C_2^7), промислові запаси яких складають 721 млн т. Вугілля відноситься до марок К і ОС з газonosністю 25–30 м³/т.с.б.м. Запаси метану у вугільних пластах і породах складають близько 3 млрд м³.

Перспективним для добування техногенного метану є підроблені породи покрівлі вугільного пласта m_3 , що відпрацьовується шахтою на глибинах 1250 м і більш. Флексурні перегини і підняття вугільних пластів у флексур є показником найбільш перспективних ділянок для проведення дегазації шахтного поля з поверхні і добування техногенного метану підроблених товщ. Такі ділянки є порово-структурно-тектонічними пастками вільного метану з колекторами порово-тріщинного типу і дегазаційні свердловини, за умови підробки масиву, можуть працювати тривалий час з високими дебітами за рахунок високої проникності товщі та міграції метану з глибоких горизонтів по ослаблених зонах тектонічної порушеності порід.

Оцінка зміни густоти ресурсів метану внаслідок підробки вуглепородного

масиву для вугілля марки К була виконана для пласта m_3 . Вугільний пласт m_3 на всьому полі характеризується витриманою робочою потужністю (1,5 – 1,7 м) і складною, двопачковою будовою. Верхня вугільна пачка потужністю 0,05 – 0,15 м відділена породним прошарком (0,05 – 0,1 м) від основної вугільної пачки потужністю 1,1 – 1,65 м. Вугільний пласт m_3 , є малозольним, вміст сірки в ньому не перевищує 2,5 – 3,5 %.

Покрівля пласта складена алевролітом потужністю 10 – 15 м. В підшві залягають аргіліти потужністю 0,5 – 2 м, а нижче пісковики потужністю близько 3 м. Метаноносність пласта висока. Пласт відноситься до особливо небезпечних за викидами вугілля та газу, а також схильний до самозаймання.

Основними породами, що формують скупчення метану над пластом m_3 в зоні впливу підробки, на полі шахти ім. В.М. Бажанова є пісковики $M_4^1Sm_4^1$, $m_4^1Sm_4^3$ та $m_4^3Sm_5^1$, а також вугільні пласти-супутники покрівлі пласта, а саме m_4 , m_4^0 , m_4^1 , m_5^H , m_5^e та m_5^l . Основні характеристики пісковиків наведені в табл. 1, основні характеристики вугільних пластів супутників - в табл. 2.

Таблиця 1 – Основні характеристики пісковиків в покрівлі пласта m_3 на полі шахти ім. В.М. Бажанова

| Індекс пісковіку | Глибина залягання, м | | Відстань за нормаллю від відробленого пласту, м | | Середня потужність пісковіку, м | Коефіцієнт ефективної пористості пісковіку $k_{ef,n}$, % | Природна газоносність пісковіку x_n , м ³ /м ³ |
|------------------|----------------------|--------|---|-------|---------------------------------|---|--|
| | від | до | від | до | | | |
| $M_4^1Sm_4^1$ | 761,7 | 1390,0 | 35,0 | 54,0 | 28,3 | 2,6 | 2,4 |
| $m_4^1Sm_4^3$ | 697,8 | 1324,5 | 89,7 | 127,3 | 13,8 | 1,4 | 1,1 |
| $m_4^3Sm_5^1$ | 862,3 | 1359,8 | 106,5 | 124,0 | 18,9 | 0,8 | 0,63 |

Таблиця 2 – Основні характеристики та показники метаноносності вугільних пластів-супутників в покрівлі пласта m_3 на полі шахти ім. В.М. Бажанова

| Індекс пласту | Середня потужність пласту, м | Відстань за нормаллю від відробленого пласту, м | | Природна газоносність, x_n , м ³ /т с.б.м | Природна залишкова газоносність x_z , м ³ /т с.б.м | Пластова газоносність $x_{в.пл.}$, м ³ /т | Пластова залишкова газоносність $x_{з.пл.}$, м ³ /т |
|---------------|------------------------------|---|-------|--|---|---|---|
| | | від | до | | | | |
| m_4 | 0,29 | 22,1 | 45,5 | 19,0 | 2,6 | 16,1 | 2,2 |
| m_4^0 | 0,25 | 29,3 | 68,9 | 19,0 | 2,6 | 16,1 | 2,2 |
| m_4^1 | 0,49 | 81,3 | 94,9 | 19,0 | 2,6 | 14,0 | 1,8 |
| m_5^H | 0,31 | 135,3 | 189,6 | 19,0 | 2,6 | 15,6 | 2,0 |
| m_5^e | 0,27 | 144,9 | 170,2 | 19,0 | 2,6 | 15,6 | 2,0 |
| m_5^l | 0,67 | 155,9 | 208,2 | 19,0 | 2,6 | 15,6 | 2,0 |

Після відробки вугільного пласту m_3 , газ з пісковіку $M_4^1Sm_4^1$, розташованого в зоні «швидкого» газу, потрапляв до працюючої лави і у формуванні накопичених техногенних скупчень метану участі не приймав. З вугільних пластів-супутників, під час проведення гірничих робіт, дегазуються пласти m_4 та m_4^0 ,

інші розташовані в зоні «повільного» газу. Значення густоти накопичених техногенних ресурсів метану змінюються від $32,5 \text{ м}^3/\text{м}^2$ (західна частина шахтного поля в районі свердловини № 3920) до $111,5 \text{ м}^3/\text{м}^2$ (північно-східна частина в районі свердловини Щ-817). Мінімальне значення густоти накопичених техногенних ресурсів метану в пісковиках на площі шахтного поля – $4,91 \text{ м}^3/\text{м}^2$ в районі свердловини Щ-624, максимальне – $66,8 \text{ м}^3/\text{м}^2$, в районі свердловини Щ-207. Значення густоти накопичених техногенних ресурсів метану у вугільних пластах-супутниках становить від $11,3 \text{ м}^3/\text{м}^2$ (свердловина № 1811) до $49,5 \text{ м}^3/\text{м}^2$ (свердловина № 3873).

Густота ресурсів метану в пісковиках в розрахунковому інтервалі впливу підробки над вугільним пластом m_3 складає від $51,2 \text{ м}^3/\text{м}^2$ (свердловина Щ-481) до $131,7 \text{ м}^3/\text{м}^2$ (свердловина Щ-207). У вугільних пластах та пропластках густота ресурсів становить від $19,2 \text{ м}^3/\text{м}^2$ в районі свердловини № 3919 до $65,7 \text{ м}^3/\text{м}^2$ в районі свердловини Щ-480. Сумарна густота ресурсів змінюється від $98,0 \text{ м}^3/\text{м}^2$ до $182,3 \text{ м}^3/\text{м}^2$. Таким чином, в пісковиках зосереджено від 49,6 % до 86,6 %, при середньому значенні 67,8 %, а у вугільних пластах та пропластках від 13,4 % до 50,4 %, при середньому значенні 32,2 %.

Основними джерелами формування техногенних покладів метану над відробленим вугільним пластом m_3 на полі шахти ім. В.М. Бажанова є пісковики $m_4^1 Sm_4^3$ і $m_4^3 Sm_5^1$ та вугільні пласти-супутники: m_4^1 , m_5^h , m_5^e та m_5^l . Густота накопичених техногенних ресурсів метану в пісковиках змінюється в інтервалі від $4,9 \text{ м}^3/\text{м}^2$ в районі свердловини Щ-624 до $66,8 \text{ м}^3/\text{м}^2$ в районі свердловини Щ-207; у вугільних пластах та пропластках мінімальне значення становить $11,3 \text{ м}^3/\text{м}^2$ (свердловина № 1811), максимальне – $49,5 \text{ м}^3/\text{м}^2$ (свердловина № 3873). Сумарне значення густоти накопичених техногенних ресурсів метану становить від $32,5 \text{ м}^3/\text{м}^2$ до $111,5 \text{ м}^3/\text{м}^2$.

Оцінюючи співвідношення густоти ресурсів в пісковиках і вугільних пластах-супутниках до та після підробки вуглепородного масиву видно, що в не порушеній товщі в пісковиках сконцентровано від 49,6 % до 86,6 %, при середньому значенні 67,8 %, після відробки вугільного пласта в пісковиках вміщується від 11,3 % до 70,7 %, за середнім значенням 37,5 %; у вугільних пластах-супутниках до підробки сконцентровано 13,4 % – 50,4 % за середнім значенням 32,2 %, після – від 29,3 % до 88,7 % (середнє значення 62,5 %).

Середнє значення густоти ресурсів метану до підробки вуглепородного масиву в пісковиках становить $92,6 \text{ м}^3/\text{м}^2$, у вугільних пластах-супутниках – $43,9 \text{ м}^3/\text{м}^2$. Після відробки вугільного пласта та розуцільнення вуглепородної товщі середнє значення густоти накопичених техногенних ресурсів метану в пісковиках та вугільних пластах-супутниках складає $21,5 \text{ м}^3/\text{м}^2$ та $31,8 \text{ м}^3/\text{м}^2$ відповідно рис. 1.

Таким чином, в результаті відробки вугільного пласту та часткового виходу газу, густота ресурсів метану в пісковиках в зоні впливу підробки становить 23,2 % від значення в не порушеному масиві, у вугільних пластах-супутниках – 72,4 %. Загальна густота ресурсів метану складає 39 % від початкового обсягу газу.

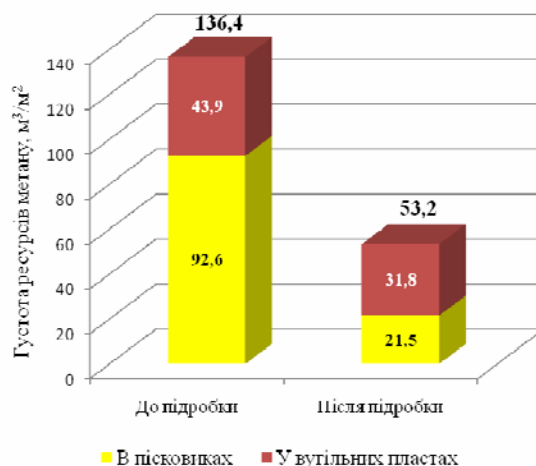


Рисунок 1 – Оцінка середньої густоти ресурсів метану над пластом m_3 на полі шахти ім. В.М. Бажанова до та після підробки

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

До прикладу наведені схема видобутку та параметри буріння 3-х свердловин на ділянці західної лави панелі № 10 з заїзду на верхню прийомну площадку в техногенний колектор метану – підроблений пісковик $m_4^0 Sm_4^1$. Свердловини № 3-1, № 3-2 і № 3-3 буряться із заїзду західного вентиляційного ходка горизонту 1100 м на верхню прийомну площадку західного корінного вентиляційного штреку. Свердловини № 3-1 і № 3-3 буряться в бік підроблених порід покрівлі західної лави панелі № 10, відпрацьованої в 1970 році. Свердловина № 3-2 буриться в геомеханічну зону підвищеної тріщинуватості, яка сформувалась в породах покрівлі на сутінку недоторканого і підробленого лавою масиву. Пісковик $m_4^0 Sm_4^1$ товщиною 39,6 м залягає в 43,7 м вище покрівлі відробленого пласта m_3 .

Розташування свердловин на плані гірничих виробок показано на рис. 2. Схема свердловини № 3-1 в вертикальному розтині по лінії А-А показана на рис. 3, а свердловин № 3-2 і № 3-3 по лінії Б-Б – на рис. 4. Параметри буріння свердловин на ділянці західної лави панелі № 10 приведені в табл. 3.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

На ділянці 8-ої східної лави за розробленими параметрами всього було пробурено 14 свердловин та 2 свердловини пробурені на ділянці західної розвантажувальної лави ухильного поля. Устя свердловин були обладнані замірними вузлами та секторними здвижками щодо зміни прохідного перерізу і регулювання концентрації метану в газі, що каптується. Показники роботи свердловин приведені в табл. 4.

Таким чином, за 5 місяців роботи свердловин за станом на 09.04.2012 р. з техногенного колектора добуто близько 0,53 млн m^3 «чистого» метану. Дебіт свердловин був від 0,14 до 1,38 m^3 /хв, а вміст метану в газі був в межах 25–100 %. Такі показники дозволили забезпечити роботу котельні і обігрів стовбура протягом зимового періоду, коли роботи з видобутку вугілля не велися.

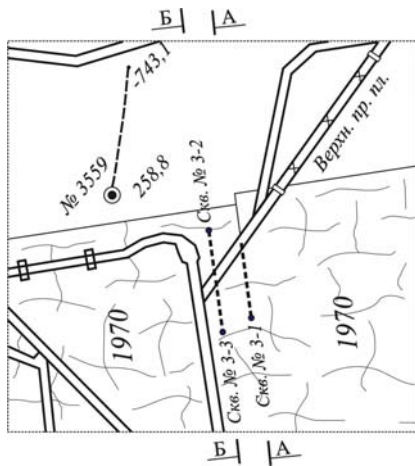
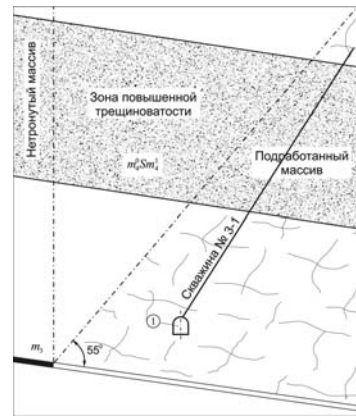
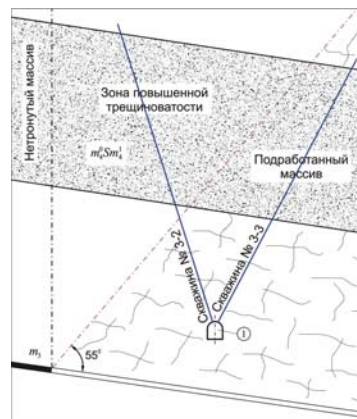


Рисунок 2 – Розташування свердловин на плані гірничих виробок



№ 3-1 в вертикальному розрізі по лінії А-А
Рисунок 3 – Схема розташування свердловини



1 – заїзд на верхню прийомну площадку
Рисунок 4 – Схема розташування свердловини № 3-2 і № 3-3 в вертикальному розтині по лінії Б-Б

Таблиця 3 – Параметри буріння свердловин на ділянці західної лави панелі № 10

| Найменування | № 3-1 | № 3-2 | № 3-3 | Примітки |
|---|-------|-------|-------|-------------------------------------|
| Кут розвороту свердловини від вісі заїзду на верхню приймальну площадку | 43 | 137 | 43 | |
| Азимут напрямку свердловини, град. | 40 | 220 | 40 | |
| Кут до горизонту, град. | 60–68 | 70–75 | 60–68 | |
| Діаметр свердловини, мм | 93 | 93 | 93 | |
| Довжина свердловини, м | 80 | 80 | 80 | Перебуришти пісковик $m_4^0 Sm_4^1$ |
| Відстань між свердловинами по вісі заїзду, м | 24 | 24 | – | |

Таблиця 4 – Показники роботи свердловин на ділянках 8-ої східної лави ухильного поля та західної розвантажувальної лави ухильного поля

| № св. | Пікет № | Тривалість роботи, діб | Середній дебіт метану, м ³ /хв | Концентрація метану % | Кількість добутого метану, тис. м ³ | Стан свердловини на 9.04.2012 р. |
|--|----------|------------------------|---|-----------------------|--|----------------------------------|
| Ділянка 8 східної лави ухильного поля | | | | | | |
| 296К | ПК26+2,5 | 24 | 0,175 | 30–50 | 6,1 | Закрита |
| 297К | ПК 24+17 | 151 | 0,492 | 45–100 | 107,1 | Працює |
| 300К | ПК 20+1 | 54 | 0,275 | 30–100 | 21,4 | Закрита |
| 301К | ПК 17+1 | 38 | 0,654 | 30–100 | 35,8 | Закрита |
| 302К | ПК 16+5 | 103 | 0,463 | 40–100 | 68,6 | Працює |
| 303К | ПК 14+6 | 18 | 0,294 | 30–60 | 7,6 | Закрита |
| 304К | ПК 12 | 86 | 0,397 | 35–100 | 49,2 | Працює |
| 305К | ПК 45 | 76 | 0,330 | 25–100 | 36,2 | Працює |
| 306К | ПК 47+17 | 69 | 0,243 | 30–100 | 24,2 | Працює |
| 307К | ПК 50+14 | 62 | 0,308 | 35–100 | 27,5 | Працює |
| 307П | ПК 50+15 | 55 | 0,359 | 45–100 | 28,5 | Працює |
| 308К | ПК 53 | 47 | 0,406 | 50–100 | 27,5 | Працює |
| 309К | ПК 54+2 | 34 | 0,591 | 90–100 | 28,9 | Працює |
| 309П | ПК 54+3 | 28 | 0,750 | 90–100 | 30,3 | Працює |
| Ділянка західної розвантажувальної лави ухильного поля | | | | | | |
| 330К | ПК 78+7 | 49 | 0,076 | 15–30 | 5,3 | Закрита |
| 331П | ПК 78+7 | 114 | 0,165 | 25–60 | 27,1 | Працює |
| Разом | | | | | 531,3 | |

В зимовий період 2012–2013 рр. на шахті ім. В.М. Бажанова проведені роботи щодо добування метану із підроблених порід-колекторів на відпрацьованих ділянках західної лави панелі № 10 та 2-ї центральної лави ухильного поля. Загалом пробурено 33 свердловини для видобутку метану (табл. 5 та 6).

Таким чином, за 5,5 місяців роботи свердловин за станом на 08.04.2013 р. з техногенного колектора добуто 0,87 млн м³ «чистого» метану. Середній дебіт свердловин був від 0,2 до 0,58 м³/хв, а вміст метану в газі був в межах 10–100 %. Такі показники дозволили забезпечити роботу котельні і обігрів стовбура протягом другого зимового періоду, коли на шахті роботи з видобутку вугілля не велися.

5 ВИСНОВКИ

Промислові експерименти, що проведені на тимчасово непрацюючій шахті, свідчать про наявність значних обсягів метану в техногенних колекторах, що сформувалися в результаті взаємодії природних і техногенних чинників після відробки шахтних полів, та підтверджують можливість успішного добування метану техногенних колекторів відпрацьованих полів вугільних шахт підземними свердловинами з показниками, що дозволяють його використання в господарських цілях. Всього за два зимові періоди на шахті імені В.М. Бажанова ДП «Макіївугілля» із техногенного колектора добуто 1,4 млн м³ «чистого» метану.

Таблиця 5 – Показники роботи дегазаційних свердловин на шахті імені В.М. Бажанова на ділянці 2-ї центральної лави ухильного поля в зимовий період 2012–2013 рр.

| № св. | Пікет № | Тривалість роботи, діб | Середній дебіт метану, м ³ /хв | Концентрація метану, % | Кількість добутого метану, тис. м ³ | Стан свердловини на 08.04.2013 |
|----------------------------------|---------|------------------------|---|------------------------|--|--------------------------------|
| 4/1 | ПК60+3 | 31 | 0,302 | 15–100 | 13,5 | Закрита |
| 4/2 | ПК59+2 | 98 | 0,295 | 10–100 | 41,7 | Закрита |
| 4/3 | ПК57+0 | 139 | 0,178 | 25–100 | 35,7 | Працює |
| 4/4 | ПК55+2 | 133 | 0,346 | 25–100 | 66,2 | Працює |
| 4/5 | ПК53+0 | 14 | 0,402 | 15–100 | 8,1 | Закрита |
| 4/6 | ПК49+4 | 68 | 0,356 | 15–100 | 34,9 | Закрита |
| 4/7 | ПК49+9 | 14 | 0,243 | 20–100 | 4,9 | Закрита |
| 4/8 | ПК47+0 | 117 | 0,249 | 35–100 | 41,9 | Працює |
| 4/9 | ПК45+4 | 113 | 0,197 | 40–100 | 32,0 | Працює |
| 4/10 | ПК43+0 | 52 | 0,337 | 15–100 | 25,2 | Працює |
| 4/11 | ПК41+0 | 101 | 0,333 | 40-100 | 48,5 | Працює |
| 4/12 | ПК39+0 | 96 | 0,252 | 30-100 | 34,9 | Працює |
| 4/13 | ПК37+4 | 93 | 0,177 | 25–100 | 23,7 | Працює |
| 4/14 | ПК37+7 | 85 | 0,226 | 40-100 | 27,7 | Працює |
| 4/15 | ПК36+0 | 80 | 0,245 | 40-100 | 28,2 | Працює |
| 4/16 | ПК35+0 | 76 | 0,249 | 46-100 | 27,2 | Працює |
| 4/17 | ПК34+0 | 73 | 0,232 | 45-100 | 24,4 | Працює |
| 4/18 | ПК33+0 | 18 | 0,517 | 20-100 | 13,4 | Закрита |
| 4/19 | ПК32+0 | 64 | 0,246 | 45-100 | 22,7 | Працює |
| 4/20 | ПК28+10 | 60 | 0,253 | 40-100 | 21,9 | Працює |
| 4/21 | ПК31+0 | 21 | 0,364 | 15-100 | 11,0 | Закрита |
| 4/22 | ПК30+0 | 8 | 0,304 | 10-100 | 3,5 | Закрита |
| 4/23 | ПК29+5 | 43 | 0,291 | 45-100 | 18,0 | Працює |
| 4/24 | ПК26+0 | 15 | 0,319 | 15-100 | 6,9 | Закрита |
| 4/25 | ПК24+18 | 11 | 0,448 | 15-100 | 7,1 | Закрита |
| 4/26 | ПК24+0 | 30 | 0,275 | 70-100 | 11,9 | Працює |
| 4/27 | ПК23+0 | 22 | 0,297 | 10-100 | 9,4 | Закрита |
| 4/28 | ПК22+0 | 13 | 0,358 | 70-100 | 6,7 | Працює |
| 4/29 | ПК21+0 | 9 | 0,586 | 65-100 | 7,6 | Працює |
| 4/30 | ПК19+11 | 5 | 0,528 | 75-100 | 3,8 | Працює |
| Всього | | | | | 662,6 | |
| Всього за двома ділянками | | | | | 870,9 | |

Таблиця 6 – Показники роботи дегазаційних свердловин на шахті імені В.М. Бажанова на ділянці західної лави панелі № 10 в зимовий період 2012–2013 рр. (станом на 08.04.2013 р.)

| № св. | Пікет № | Тривалість роботи, діб | Середній дебіт метану, м ³ /хв | Концентрація метану, % | Кількість добутого метану, тис. м ³ | Стан свердловини на 08.04.2013 |
|---------------|----------|------------------------|---|------------------------|--|--------------------------------|
| 3/1 | ПК 10+8 | 173 | 0,385 | 40–100 | 95,9 | Працює |
| 3/2 | ПК 11+16 | 23 | 0,202 | 15–100 | 6,7 | Закрита |
| 3/3 | ПК 11+18 | 167 | 0,440 | 60–100 | 105,7 | Працює |
| Всього | | | | | 208,3 | |

 ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лукинов, В. В. Тектоника метаноугольных месторождений Донбасса / В. В. Лукинов, Л. И. Пимоненко. – К.: Наук. думка, 2008. – 352 с.
2. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – К.: Основа, 1994. – 312 с.
3. Техногенні скупчення метану у порушеному вуглепородному масиві. Методика прогнозування зон підвищеної газонасиченості та визначення їх параметрів: СОУ 10.1.05411357.007:2007 – [Чинний від 2007-10-24] / А.Ф. Булат, Д.П. Гуня, А.П. Клець [та ін.]. – Офіц. вид. – К. : Мінвуглепром України, 2007. – 14 с. – (Нормативний документ Мінвуглепрому України. Стандарт).
4. Пат. № 102334 UA, МПК E21F 7/00 (2013.01). Спосіб добування метану із техногенних колекторів відпрацьованих полів діючих або закритих вугільних шахт / А. Ф. Булат, Ю. Л. Звягільський, А.В. Анциферов, А.П. Клець, П.С. Филимонов, Б.В. Бокій, Д.П. Гуня; заявник і патентовласник ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України. – а 2012 04948; заявл. 20.04.12; опубл. 11.02.13, Бюл. № 3. – 3 с.
5. Булат, А.Ф. Извлечение метана техногенных коллекторов отработанных полей угольных шахт / Булат А.Ф., Клец А.П., Васильев А.В., Макаренко С.В. // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2012. – Вып. 102. – С. 3-7.

REFERENCES

1. Lukinov, V.V. and Pimonenko, L.I. (2008), *Tektonyka metanougolnykh mestorozhdeny Donbassa* [Tectonics CBM fields Donbass], Naukova dumka, Kiev, Ukraine.
2. *Rukovodstvo po proektirovaniyu ventilyatsii ugolnykh shaht* [Design Manual ventilation of coal mines] (1994), Osнова, Kiev, Ukraine.
3. Ukraine Ministry of Coal Industry (2007), *10.1.05411357.007. Tekhnogenni skupchennya metanu u porushenom ugleporodnomu masivi. Metodika prognozuvannya zon pidvischenoyi gazonasichenosti ta viznachennya yikh parametriv: Normatyvnyy dokument Minvuhlepromu Ukrainy. Standart* [10.1.05411357.007. Man accumulation of methane in coal-instituted array. Method of predicting areas of high gas saturation and determination of parameters: Regulatory Document Coal Industry of Ukraine. Standard], Ukraine Ministry of Coal Industry, Kiev, Ukraine.
4. M.S. Poljakov Institute of Geotechnical Mechanics under NAS of Ukraine (2013), Bulat, A.F., Zvyagilskij, Y.L., Anciferov, A.V., Klets, A.P., Filimonov, P.E., Boki, B.V. and Gunya D.P., *Sposib dobuвання metanu iz tekhnogennikh kolektoriv vidpratsovanikh poliv diyuchikh abo zakritikh vugilnykh shakht* [The method of extracting methane from anthropogenic waste collectors operating fields or closed mines], State Register of Patents of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 102334.
5. Bulat, A.F., Klets, A.P., Vasiliev, A.V. and Makarenko, S.V. (2012), “Methane recovery technogenic waste collector fields collieries”, *Geo-Technical Mechanics*, no. 102, pp. 3-7.

 Про авторів

Безручко Костянтин Андрійович, доктор геологічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу Геології вугільних родовищ великих глибин, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), Дніпропетровськ, Україна, gvrvg@meta.ua

Тихонов Олексій Анатолійович, молодший науковий співробітник, молодший науковий співробітник у відділі Геології вугільних родовищ великих глибин, Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАНУ), Дніпропетровськ, Україна, atikhonov77@mail.ru

Кузнецова Любов Дмитрівна, інженер, головний геолог Виробничого Об'єднання «Укрвуглегеологія», Донецьк, Україна, luybov_kuznetsov@mail.ru

About the authors

Bezruchko Kostiantyn Andriiovych, Doctor of Geological Sciences (D.Sc), Senior Research, Department of Geology of Coal Beds at Great Depths, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, gvrvg@meta.ua

Tikhonov Olexsij Anatoliiovych, Junior Research in the Department of Geology of Coal Beds at Great Depths, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, atikhonov77@mail.ru

Kuznetsova Lyubov Dmitrivna, Master of Science, Chief Geologist in Production Association "Ukrvuh-

Аннотация. Разработка способов добычи метана угольных месторождений Донбасса выполняется в трех направлениях: добыча свободного метана на площадях не занятых угледобывающими работами при наличии благоприятных геологических условий; сопутствующее извлечение шахтного метана; извлечение метана из техногенных коллекторов отработанных полей действующих или закрытых шахт. Целью работы является обоснование перспектив добычи метана угольных месторождений Украины, в частности из техногенных коллекторов скважинами пробуренными из горных выработок. Работы по добыче метана техногенных коллекторов подземными скважинами выполнялись на временно неработающей шахте имени В.М. Бажанова ГП «Макеевуголь» на участке 8-й восточной лавы уклонного поля по пласту m_3 и участке западной разгрузочной лавы уклонного поля. В работе предоставлено обоснование возможности извлечения метана из техногенных коллекторов отработанных полей угольных шахт подземными скважинами с показателями, позволяющими использовать его в хозяйственных целях.

Ключевые слова: добыча метана, техногенные скопления метана, отработанные поля шахт, скважина, бурение.

Abstract. Development of methods of extraction of methane from coal deposits of Donbass is performed in three areas: production of methane on the areas not occupied by coal works under favorable geological conditions; concomitant extraction of coal mine methane; extraction of methane from industrial waste collectors operating fields or abandoned mines. The aim of the work is to validate the prospects of production of methane from coal deposits in Ukraine, in particular, of man-made reservoir wells drilled from the mine workings. Work on the production of man-made methane reservoirs underground wells performed on temporarily idle mine named V.M. Bajanov SE "Makeevugol" at the site of the 8th Eastern slant lava field on a layer m_3 and the western portion of the discharge of lava bias field. The paper provided substantiation of the possibility of extracting methane from industrial waste collector fields coal mines underground wells with indicators to use it for commercial purposes.

Keywords: methane production, technological accumulation of methane, waste fields of mines, wells, drilling.

Статья поступила в редакцию 14.11.2014

Рекомендовано к печати д-ром геол. наук Л.И. Пимоненко