

Н.В. Вергельська

ГАЗОНОСНІСТЬ ВІДПРАЦЬОВАНОГО ПРОСТОРУ ДІЮЧИХ ШАХТ ДОНБАСУ

Рассматривается газоносность отработанного пространства на основании изучения остаточной газовой составляющей, качества и структуры забурованного пространства. На основании исследований определено, что количество газа в отработанном пространстве коррелируется с тектоническими нарушениями в углепородном массиве.

The article deals with the exhaust gas content of the space based on the study of residual gas component, the quality and structure of the produced space. Based on the studies determined that the amount of gas in space developed correlates with tectonic disturbances in coal-rock mass.

Вступ. Питання видобування метану закритих шахт і відпрацьованих горизонтів, у вуглепородному масиві яких залишилось більше половини первинних ресурсів газу, актуальне. Досвід робіт з видобування та утилізації метану з закритих шахт США, Німеччини, Англії та інших країн свідчить про реальну можливість отримання газоповітрянної суміші із вмістом метану понад 50%, що дозволяє використовувати її для виробництва електроенергії.

При відпрацьованні вугільних родовищ частина метану в результаті активізації процесів зміщення гірських порід виділяється у бік земної поверхні, а частина йде у вироблений простір шахт. Проте у вуглепородному комплексі залишається більше половини первинних запасів метану. При цьому в гірському масиві формуються потужні й відносно ізольовані техногенні колектори, які за своїми властивостями фільтрацій наближаються, а іноді і перевершують колектори відомих газових родовищ. Унаслідок цих конкуруючих процесів утворюються своєрідні техногенні геологічні об'єкти, перспективні для видобування шахтного метану. Саме такі тенденції змін геологічних структур підтверджуються успішним світовим досвідом видобування й утилізації метану закритих шахт США, Німеччини, Англії та інших країн.

За 200-річний термін розробки вугільних родовищ у Донбасі закрито сотні шахт, до яких добавились десятки в останні десятиліття. Газ, заповнюючи гірничі виробки закритих шахт, створює загрозу комунікаціям, спорудам в результаті вибухів та негативно впливає на здоров'я людини.

Визначення газоносності відпрацьованого простору діючих шахт дає можливість додаткового видобування газу, що забезпечує комплексну розробку вуглегазових покладів.

Методи та матеріали дослідження. Протягом останніх років було проведено ряд польових і лабораторних досліджень вуглепородних масивів Донецького басейну переважно в Донецько-Макіївському та Красноармійському вуглепромислових районах.

Лабораторні дані та їх опрацювання додали до раніше отриманих значний матеріал з петрографії вміщуючих порід, вуглепетрографії, хімії, літології та тріщинуватості вуглепородного масиву. Отримані дані про закономірності поширення газу у непорушених та відпрацьованих вуглепородних масивах, в яких відбувається перетворення існуючих вуглеводневих пасток та змінюється водно-газовий режим усього вуглепородного масиву. Найбільш чутливо реагує на новостворені техногенні порожнини відпрацьованих просторів вода середньокарбонових вугленосних відкладів. Вона відзначається високою мінералізацією і має тенденцію до проникнення в більш високі водоносні горизонти прісних вод вуглепромислових районів. В цьому напрямі

© Н.В. Вергельська, 2012

були проведені додаткові дослідження мінерального складу порід підшви, прошарків і покрівлі вугільного пласта на шахтах Красноармійського вуглепромислового району. Для даного дослідження було відібрано проби на шахтах «Курахівські» («Гірняк») ДП «Селідоввугілля», ДП ВК «Краснолиманська», шахтах «Піонер» та «Алмазна» ДТЕК «Добропіллявугілля» та на шахті «Свято-Покровська».

Нові дослідження направлені на визначення можливих шляхів перерозподілу у новосформованому середовищі масиву водяної, газової чи водяно-газової суміші. Вони дають можливість визначити напрями подальших досліджень у пошуках характеру змін природних умов техногенними, створення техногенних пустот–колекторів, а також визначити можливості виникнення екологічних проблем за умови подальшого використання поверхонь шахтних полів.

Матеріали досліджень. Історія геологічного розвитку Донецького басейну, тектонічна будова, вугленасиченість, літологічний склад і колекторські властивості вміщуючих порід, ступінь метаморфізму і петрографічний склад вугілля, гідрогеологічні умови, потужність покривних відкладів – це головні геологічні фактори, що визначають вміст і склад газів вугленосних формацій.

Дослідження природи та складу вугільних газів, їх стану у вугільних пластах, вміщуючих породах та відпрацьованих просторах на сьогодні є одним із першочергових питань вугільної геології [1, 2]. Протягом останніх років значний інтерес викликає дослідження відпрацьованого простору діючих та закритих шахт Донецького басейну на наявність газових покладів та можливість їх промислового видобування.

Є кілька способів консервації шахт. «Суха» консервація передбачає спеціальне переформування рельєфу, коли гідрологи сполучають підземні ходи так, що вода, затоплюючи шахту, все ж залишається на великій глибині і не змішується з ґрунтовими водами. «Напівсуха» консервація передбачає постійне відкачування води з шахти, як і в робочому режимі. Є ще один спосіб – закачувати в шахту рідке скло, бетон чи пісок, щоб уникнути просідання ґрунту. Але це дуже дорого і виправдовується лише у випадку, коли над шахтою розташоване місто. А є ще так звана «мокра» консервація – це означає саме звичайне затоплення шахти тією водою, яка під час роботи шахти постійно відкачується.

Зміна гіпсометричних рівнів вугільних товщ призвело до зміни і перерозподілу газу у масиві. При активізації тектонічних рухів у вуглепородних масивах створювалися нові структури, для збереження газу. Це частково пояснює чому газу, серед яких і метан, у вугільній товщі поширені нерівномірно. Одним з головних факторів поширення газу у вуглепородному масиві є сучасні геологічні структури, в яких розташовані вугленосні поклади. Між газоносністю вугільних пластів і геологічними структурами простежується чіткий взаємозв'язок: газоносність вугільних пластів визначається наявністю дрібних структур різного характеру [1, 2]. Зміна рівноваги системи газ – вміщуюче середовище змінюється в процесі літогенезу, тектонічних рухів, а також при проведенні гірських робіт. У відпрацьованому просторі діючих шахт зберігається взаємозв'язок між газоносністю і геологічною структурою, у новоствореному техногенному колекторі. Новий колектор матиме більш пористу структуру та більший розмір, ніж потужність вугільного пласта.

На відпрацьованих ділянках ДП ВК «Краснолиманська» були відібрані проби на вміст залишкової газової складової в забутованих частинах пластів m_4^2 , l_3 , k_5 , а також була визначена основна маса, що складає забутовку для виробленого простору.

На різних рівнях, та навіть в одному й тому ж пласті, змінюється розмірність та якість забутовки. Забутовка пласта l_3 (глибина 700 - 800 м) представлена переважно породами покрівлі сірого кольору незначної за розмірами маси уламків до 1,0x1,0x0,1 см алевролітів і пелітів, з незначними частинками вугілля 0,3x0,2x0,1 см та поодинокими більш крупними фрагментами 1,5x2,0x1,0 см породи. Відібрана маса створює вторинний колектор висотою 2,0 - 2,5 м на ширину виробки. Слід зазначити,

що частина покрівлі вугільного пласта в місці відбору проб обводнена, та має значну швидкість просідання.

Проби відібрані на відпрацьованій площі пласта m_4^2 (глибина 400 - 600 м) відрізняються за вологістю та не мають значних відмін у складі: переважну частину складає пісковик сірий карбонізований з розміром уламків 0,5 – 1,0x3,0 – 4,0x1,5 – 2 см, незначна частина представлена сірим алевролітом та подрібненим матеріалом суміші пісковиків, алевролітів, вугілля. В окремих пісковиках чітко виражені кальцитові прожилки як вертикальні так і горизонтальні щодо нашарування. За два пікети (40 м) забутовка цього пласта стає значно вологішою. За складом переважають, як і у першому випадку, уламки пісковіку, вугілля та вуглистих порід розміром 0,5x2,0x2,5 см і менше. При висиханні породна маса стає пористою, яка при натисканні розсипається.

Проби, відібрані із зони відпрацьованого пласта k_5 (глибина близько 950 м) з інтервалом майже 100 м, значно змінюються. На початку основну масу забутовки складали частини покрівлі розміром від 2,0 – 3,0 – 1,0 см до розмірності піску за складом глинистий сланець та фрагменти вугілля. Далі відбувається заміна якісного складу забутовки: переважаючою складовою стає вугілля та вуглисті породи і лише поодинокі, незначні за розміром фрагменти породи покрівлі. Новоутворена маса доволі пориста та має потужність близько 3,5 – 5,0 м.

На шахті ім. О.Ф. Засядька відібрано проби відпрацьованого простору m_3 18 західної лави. Основну масу забутовки складають породи покрівлі, переважно аргіліти сірі незначного розміру 0,5 – 1,0x0,7 – 1,0x0,1 – 0,1 см. Частинки вільно рухаються у пробовідбірнику. Новоутворена маса не зцементована доволі пориста, висота новоутвореного колектора 1,5 - 2,0 м.

Наші дослідження в 2012 році проводилися на відпрацьованих ділянках діючих шахт Красноармійського та Донецько-Макіївського вуглепромислових районах. Для досліджень були відібрані газові проби із відпрацьованого забутованого простору. Із залишкової газової складової із розрізнених проб визначені такі гази: He ($9,6 \cdot 10^{-4}$ – $1,4 \cdot 10^{-3}$ об. %), H_2 ($8,3 \cdot 10^{-3}$ – $1,4 \cdot 10^{-1}$ об. %), CO_2 (0,36 – 8,1 об. %), CH_4 (0,169 – 5,44 об. %), C_2H_6 (0,003 – 0,188 об. %), C_3H_8 ($8,1 \cdot 10^{-4}$ – $8,0 \cdot 10^{-2}$ об. %), iC_4H_{10} ($7,2 \cdot 10^{-5}$ – $2,7 \cdot 10^{-3}$ об. %), nC_4H_{10} ($5,0 \cdot 10^{-5}$ – $1,2 \cdot 10^{-2}$ об. %), iC_5H_{12} ($7,5 \cdot 10^{-4}$ – $2,9 \cdot 10^{-3}$ об. %), nC_5H_{12} ($8,4 \cdot 10^{-5}$ – $4,0 \cdot 10^{-3}$ об. %), C_6H_{14} ($7,1 \cdot 10^{-5}$ – $2,9 \cdot 10^{-3}$ об. %). Слід зазначити, що проби відібрані з відпрацьованого простору мали термін новоутвореного колектора протягом 14 - 30 днів. Вміст гелію та водню вказує на активне сучасне газонаповнююче та газозберігаюче середовище відпрацьованого простору. Вищі показники залишкової газової складової визначені у пробах відібраних у зонах тектонічного порушення або на відстані не більше 150 – 200 м.

Порівнюючи результати досліджень залишкової газової складової у вуглепородних масивах [1] та відпрацьованому просторі діючих шахт простежується такий зв'язок: при наближенні до зон тектонічних порушень збільшуються якісні та кількісні показники газової суміші.

Подрібнена маса забутованих гірничих виробок представлена переважно породною частиною вуглепородного масиву шахти (близько 85% об'єму маси) та менше 10 - 15% – вугільними уламками. Можна припустити, що основна кількість газів у породах і вугіллі забутованого простору надійшла з часу його відпрацювання не тільки з оточуючих ціликів і має донором не тільки вугілля, але і більш глибинні джерела. Це стосується гелію, водню, а також, можливо, деяких ненасичених та важких вуглеводнів.

При відборі проб води із закритих «мокровою» консервацією гідрошахт (наприклад, шахта «Красноармійська» ДП «Добропіллявугілля» (нині шахта «Свято-Покровська»), період консервації понад 5 років) встановлені також сліди вуглеводнів з вмістом до C_5 .

Шахти та відпрацьовані ділянки (або горизонти), закриті мокрою консервацією, не придатні для видобування газу і не потребують більш детальних досліджень. Газ, який може віддавати вуглепородний масив, розчиняється у воді та виноситься за межі

досліджуваних зон, але досліджені зразки води (шахта «Свято-Покровська», термін «морої» консервації понад 5 років) вказують на збагачення таких вод газом і трансформацію водоносного горизонту у водогазоносний. Водоносні горизонти, досліджені у Красноармійському вуглепромисловому районі впливають на розробку вугільних пластів на різних глибинах та на газові поклади у вуглепородному масиві, локалізуючи їх чи виносячи за межі відпрацьованого простору у зв'язку із зміною гідрогеологічного режиму після відпрацювання вугільних пластів (техногенного навантаження).

У вугленосних горизонтах, розташованих нижче зон затоплення, з часом створюються умови, придатні для накопичення газових покладів, оскільки водоносні горизонти є достатніми газоупорами.

Висновок. Відпрацьований простір діючих шахт є новим техногенним колектором, придатним для накопичення газоподібних вуглеводнів. На активні процеси міграції газів у відпрацьованому просторі вказують дослідження залишкової газової складової, представлені гелієм, воднем та вуглеводневими газами.

Кількість газу у відпрацьованому просторі корелюється із порушеннями вуглепородного масиву: у зонах порушень вуглепородного масиву кількість газу більша.

На підставі проведених досліджень встановлено таке. Одним з головних чинників газонасиченості відпрацьованого простору діючих шахт є тектонічний, який взаємодіє з глибиною (горизонтом) відпрацювання, геологічною структурою та вміщуваними породами відпрацьованого вуглепородного масиву.

На основі виконаних робіт найбільш газонасиченими горизонтами у Донецько-Макіївському та Красноармійському вуглепромислових районах пов'язані з алмазною світою (група пластів І). Тектонічні порушення вуглепородного масиву утворюють зони з підвищеною тріщинуватістю та газонасиченістю та зберігають свої властивості у виробленому просторі.

До перспективних ділянок для видобування метану відпрацьованого простору діючих шахт чи закритих вугільних підприємств можна віднести зони тектонічного порушення вуглепородного масиву, горизонти алмазної світи та горизонти понад 700 м (зони, що визначені як небезпечні за раптовими викидами).

1. *Вергельська Н. В., Правоторова О. В., Назарова І. О.* Про особливості газової складової вугільних пластів в тектонічно активних зонах (на прикладі ділянки Північно-Родинська-2 ДП ВК «Краснолиманська») // *Наук. пр. УкрНДМІ НАН України / За заг. ред. А. В. Анциферова.* – Донецьк, УкрНДМІ НАН України, 2011. – Вип. 9 ч. 2. – С. 440 - 450.
2. *Vergelska N.* Geological factors regulating gas distribution in coal-bearing rocks of the Krasnoarmiysk coal production district, Donets basin // *GeoDarmstadt 2010, Frankfurt am Main & Darmstadt, October 9-14, 2010. Abstrakt of Lectures&Poster.* – Frankfurt am Main & Darmstadt, 2010 – P. 571 - 572.