

газогенераторных электростанциях или тепловых установках. Следовательно, решение проблемы метана при угледобыче возможно только путем его эффективного использования как одного из видов энергетических ресурсов.

Проблема метана существует и при закрытии шахт, так как остаются пути миграции метана к поверхности через трещины во вмещающих породах, образующихся в результате сдвижений массивов горных пород и трещины тектонических нарушений, ликвидированные вертикальные и наклонные выработки (шурфы, ходки, наклонные стволы и т. п.), имеющие выход на поверхность; незатампонированные буровые скважины; водоносные породы вмещающей толщи после их осушения горными работами и др.

Таким образом, проблема метана – это проблема, которую нужно решать не только с экономических позиций целесообразности его использования, но и с точки зрения выполнения Украиной своих международных обязательств по участию в решении глобальных экологических проблем. Риск глобального потепления делает широкое применение в будущем ископаемых углей без эффективного решения проблемы метана проблематичным.

**УДК 553.94:552 (477.82/83)**

Ю.В. Стефаник, П.М. Явний, О.О. Яринич,  
ІГГГК НАН України та НАК "Нафтогаз України", м. Львів

### **ЗАЛИШКОВИЙ МЕТАН У ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТАХ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО БАСЕЙНУ (МАССПЕКТРОМЕТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ)**

*Наведені результати експерименту з визначення залишкової метаноносності вугілля у Львівсько-Волинському басейні.*

### **THE RESIDUAL METHANE IN THE COAL SEAMS OF LVOV-VOLYNSKY BASIN (MASS-SPECTRAL RESEARCH)**

*The results of an experiment on defining the residual methane content in the coal of the Lvov-Volynsky basin are presented.*

У вугільних пластах основна кількість газів знаходиться в сорбованому стані: переважно у вигляді розчину в твердій речовині (абсорбція), в згущеному виді на поверхні пор (адсорбція) і конденсованому в надмолекулярних порах. Дослідженнями пористості [1] встановлено, що основний об'єм газів зумовлений молекулярними порами розміром декілька ангстрем, тобто рівними розмірам молекул газів (метану, діоксиду вуглецю, азоту, водню,

високомолекулярних вуглеводнів). Походження порожнин пов'язується з відщепленням метану і води з речовини вугілля в процесі його метаморфізму, з наявністю атомарних пустот в молекулах речовини вугілля чи з відстанями між вуглецевими шарами в кристалах. Розміри надмолекулярних пор - сотні ангстрем, на їх поверхні адсорбуються молекули газів, що згущуються при підвищенні тиску.

Об'єм макропор розміром в сотні і тисячі ангстрем заповнюється адсорбованим газом і газом у вільному стані, що підлягають законам газової термодинаміки.

Нами було відібрано зразки вугілля з шахт і свердловин Львівсько-Волинського басейну різної ступені метаморфізму. Дослідження проводились на масспектрометрі МХ-1304. В ступку, що герметично злучена з масспектрометром, закладалась наважка вугілля 2-3грами і проводилось ваккування до тиску  $10^{-3}$  атм. Вугілля в ступці при допомозі електромагніту роздроблювалось, що приводило до зростання тиску. Кількість виділеного газу після роздроблення визначалось наступним чином:

В ступці об'ємом  $V$  при температурі  $T$  знаходиться певна кількість вугілля, де створено вакуум  $P_0$ . Після дроблення зразка вугілля виліляє газ, про що свідчить підвищення тиску до  $P_1$ .

Задача полягає в тому, щоб знайти масу газу, що виділився, або знайти об'єм, який газ буде займати при нормальних умовах ( $P=1$  атм,  $t=20^{\circ}\text{C}$ ).

Початкову масу газу можна знайти з модернізованого рівняння Клайперона-Менделєєва, оскільки  $P < 1$  атм, а саме:

$$m_0 = \frac{P_0 V_0 \mu}{z R T_0} \quad (1)$$

де  $P_0$  – початковий тиск в ступці (атм);

$V_0$  – вільний об'єм ступки;

$\mu$  – молекулярна вага газу ( $\mu=16$  г/моль);

$R$  – універсальна газова постійна ( $R=0,082057$  л·атм/ моль·град);

$T_0$  – температура в ступці ( $T_0= 20+273=293\text{K}$ )

$z$  – коефіцієнт стискування газу ( $z \approx 1$ )

Маса газу  $m_B$ , що виділився в результаті дегазації вугілля, рівна масі газу, що знаходиться в ступці за мінусом його початкової маси  $m_0$ , тобто:

$$m_B = m - m_0 = \frac{P_1 V_0 \mu}{z R T_0} - \frac{P_0 V_0 \mu}{z R T_0} \quad (2)$$

або

$$m_B = \frac{V_0 \mu}{z R T_0} (P_1 - P_0) \quad (3)$$

З формули (3) визначається тільки та маса газу, що виділилась в результаті дегазації вугілля.

Щоб знайти об'єм виділення газу  $V_H$  при нормальних умовах ( $P_0=1\text{атм}$ ,  $t_H=20^0\text{С}$ ) необхідно ще раз щастосувати формулу Клайперона-Менделєєва з врахуванням маси газу, який визначається формулою (3), а саме:

$$P_H V_H = \frac{m}{\mu} RT_0 \quad (4)$$

або

$$P_H V_H = \frac{V_0 \mu}{z RT_0} (P_1 - P_0) \frac{RT_0}{\mu} \quad (5)$$

Звідси знаходимо об'єм газу при нормальних умовах:

$$P_H V_H = V_0 (P_1 - P_0) \quad (6)$$

або

$$V_H = \frac{V_0 (P_1 - P_0)}{z P_H} \quad (7)$$

Після визначення об'єму газу, що виділився із зразка вугілля, робиться напуск на мас-спектрометр і визначається компонентний склад газової суміші в об'ємних процентах. Вираховуються об'єми компонентів ( $V_K$ )  $\text{см}^3$  вилученого газу за формулою

$$V_K = \frac{V \cdot A_K}{100}$$

де  $A_K$  - вміст компоненту в суміші, %

$V$  - об'єм вилученого газу,  $\text{см}^3$ .

Після проведення технічного аналізу проби визначається залишковий метановміст на 1г горючої маси:

$$M_{\text{Зол.Г.М.}} = \frac{VCH_4}{P_{\text{Г.М.}}}$$

де  $P_{\text{Г.М.}}$  – маса горючої проби (в г), що визначається за формулою

$$P_{\text{Г.М.}} = P \frac{100 - (A^c + W^a)}{100}$$

де  $A^c$  і  $W^a$  – відповідно зольність і волога проби, %.

Нами проаналізовано вугілля газове жирне і коксове, яке відібрано з шахт Львівсько-Волинського басейну, а також з свердловини на Тяглівському родовищі і Любельській площі марок Ж і К. Залишкова метаноносність вугілля наступна:

газове – 3-4 м<sup>3</sup>/т г.м. (12 проб)

жирне – 4-5 м<sup>3</sup>/т г.м. (8 проб)

коксове – 5-8 м<sup>3</sup>/т г.м. (5 проб)

Таким чином більша частина газів, що поступають з вугільних пластів в гірничі виробки, в природних умовах не можуть бути в повному розумінні газами, тому що в сорбованому стані вони не підлягають газовим законам, і тільки ті з них, що у вугільному пласті знаходяться у вільному стані, є такими. В сорбованому стані гази не можуть реалізувати внутрішню енергію, доки не перейдуть у вільну фазу, а для цього необхідно, щоб тиск газу знизився, або появилася би можливість роздробити кам'яне вугілля, що насичене газами. В нашому експерименті якраз підтверджується, що при зниженні тиску і подрібненні вугілля виділяється газ. Залишкова метаноємність по ступеню метаморфізму у Львівсько-Волинському басейні зростає від газового до коксового.

Резюме: При зниженні тиску і подрібненні кам'яного вугілля виділяється газ.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Эттингер И.Л. Газоёмкость ископаемых углей. "Недра", М., 1966.

УДК 622.243.051

А.А. Кожевников, В.Ф. Сирик, А.К. Судаков,  
НГУ Украины, г. Днепропетровск,  
И.И. Мартыненко,  
Министерство экологии и природных ресурсов Украины, г. Киев

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ ИМПУЛЬСНОЙ ПРОМЫВКИ ЗАБОЯ

*У статті розглянуто технічні засоби для створення імпульсного промивання свердловини, яка застосовується для інтенсифікації процесу руйнування міцних гірських порід.*