

М.н.с. П. М. Явний,
м.н.с. О. О. Яринич,
канд. геол. наук І. В. Бучинська,
м.н.с. О.М. Шевчук

ВИВЧЕННЯ ГАЗОНОСНОСТІ ПІСКОВИКІВ ЛЮБЕЛЬСЬКОГО РОДОВИЩА ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО БАСЕЙНУ МАС-СПЕКТРОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

Анализовалась и рассчитывалась сорбционная (остаточная) газоносность песчаников разных генетических типов Любелянского месторождения Львовско-Волынского бассейна. Установлены зависимости между общим объемом газа, количеством метана и петрографическими показателями пород – количеством обломочного и вторичного кварца, слюдисто-глинистых минералов, коэффициентом метаморфичности «С».

STUDIES OF THE SANDSTONES OF THE LUBELYA FIELD OF THE LVIV-VOLYN BASIN WITH MASS-SPECTROMETER METHOD

Sorbition gas-bearing potential of sandstones of various genetic types of the Lubelya field of the Lviv-Volyn basin was calculated and analyzed. The dependences between total gas value, quantity of methane and petrographic indexes of rocks (quantity of clastic and secondary quartz, micaceous-clay minerals, metamorphic coefficient "C") are found out.

В газовому балансі вугленосних товщ пісковики мають важливе значення. Газ, що знаходиться в них є достатньо рухомим і легко мігрує до гірничих виробок. При шахтному видобуванні вугілля в пісковиках часто формуються скупчення метану, які з однієї сторони являють собою небезпеку раптових викидів, а з іншої можуть бути цікавими при промисловому видобуванню газу вугільних родовищ.

Пісковики це теригенні утворення, газ в яких переважно знаходиться у вільному стані, заповнює пори і тріщини та підлягає законам газової термодинаміки. Слід зазначити, що деяка незначна кількість газу може бути пов'язана з наявністю в породах розсіяної органіки. Але в цілому сорбційна здатність порід незначна.

Пісковики вугільних товщ можна віднести до колекторів порового і порово-тріщинного типу. Вважають що на формування ємнісних властивостей пісковиків впливає ряд геологічних факторів: умови утворення, що визначаються за генетичними типами пісковиків, сучасна глибина залягання, палеоглибина та тектонічний тиск [1]

Оскільки газ знаходиться у вільному стані пористість порід є однією з найважливіших характеристик породи, від якої залежать її газоемнісні властивості. А. П. Феофіловою [2] доведено, що пористість є функцією як первинних умов осадонагромадження, так і вторинних умов їхнього перетворення в процесі дії ката генетичних процесів. Зміна фаціальних умов і літології осадів при безперервному їхньому зануренні сприяли нагромадженню вуглекислого газу, азоту і аргону древньої атмосфери, а також продуктів окиснення древніх зон активного

водообміну. Деяка частина газів могла надходити в відклади вугільних родовищ з древніх магматичних джерел, глибинних розломів [3].

Для встановлення об'єму та компонентного складу газової суміші пор пісковиків нами застосовувалися мас-спектрометричні дослідження, що проводились на масспектрометрі МХ-1304. В ступку, що герметично злучена з масспектрометром, закладалась наважка породи 1 грам і проводилось вакумування до тиску 10^{-5} мм рт. ст. Пісковик в ступці при допомозі електромагніту подрібнювався. Подрібнення породи руйнує мікропори, що дає можливість газам, що в них міститься, переходити у вільний стан, а отже, приводить до зростання тиску.

Кількість виділеної газової суміші визначалась наступним чином:

В ступці об'ємом V при температурі T , де знаходиться певна кількість породи, створено вакуум P_0 . Після дроблення зразка пісковик виділяє 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 ($P=1\text{атм}$, $t=20^\circ\text{C}$).

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;

μ – 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 дегазаци породи, 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

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

За формулою (3) визначається тільки та маса газу, що виділилась в результаті дегазаци пісковика.

Щоб знайти об'єм виділення газу V_H при нормальних умовах ($P_0=1\text{атм}$, $t_H=20\text{ }^\circ\text{C}$) необхідно ще раз застосувати 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 пісковика, робиться напуск на мас-спектрометр і визначається компонентний склад газової суміші в об'ємних процентах. Вираховуються об'єми компонентів (V_K) м^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, м^3 .

Результатом проведених перерахунків є кількісний та компонентний склад залишкової газової суміші мікропор.

Пісковики Львівсько-Волинського басейну є поліфаціальними псамітовими відкладами з різноманітними структурами. За деякими дослідниками (4) існує до 15 їхніх літогенетичних типів. Нами досліджувалися пісковики основних літолого-фаціальних відмін: русел рік, підводних виносів рік та прибережно-морські.

Нами було відібрано зразки пісковиків із свердловин Любельського родовища Львівсько-Волинського басейну різних генетичних типів. Результати вимірів і перерахунків та результати петрографічних досліджень приведені в таблиці.

Нами враховувалися кількість уламкового та регенераційного кварцу, глинисто-слюдистих мінералів, середньозважений розмір зерен та коефіцієнт метаморфічності "С" (протяжність контактів).

Таблиця 1 – Характеристика пісковиків Любельського родовища Львівсько-Волинського басейну.

Генетичний тип пісковиків	Кількість проб	Кварц, %	Регенераційний кварц, %	Глинисто-слюдисті мінерали, %	Середньозважений розмір зерен, мм	Коефіцієнт метаморфічності «С»	Метан		Азот		Діоксид вуглецю		Водень		Загальний об'єм газу, м ³
							% об.	м ³ /т	% об.	м ³ /т	% об.	м ³ /т	% об.	м ³ /т	
Руслові	25	$\frac{57-68}{64}$	$\frac{2-11}{8}$	$\frac{7-26}{16,6}$	$\frac{0,17-0,57}{0,31}$	$\frac{0,24-0,54}{0,36}$	$\frac{67,9-97,3}{85,1}$	$\frac{0,29-3,26}{1,49}$	$\frac{2,6-58,4}{12,9}$	$\frac{0,05-1,14}{0,24}$	$\frac{0,6-18,0}{4,7}$	$\frac{0,01-0,54}{0,08}$	$\frac{0,1-4,9}{1,2}$	$\frac{0-0,3}{0,03}$	$\frac{0,65-2,62}{1,75}$
Підводних виносів рік	29	$\frac{27-67}{57}$	$\frac{1-11}{6,7}$	$\frac{13-33}{21,5}$	$\frac{0,1-0,37}{0,22}$	$\frac{0,19-0,48}{0,34}$	$\frac{37,5-99,1}{87,5}$	$\frac{0,64-2,39}{1,76}$	$\frac{0,4-43,9}{10,7}$	$\frac{0,01-0,14}{0,09}$	$\frac{0,5-23,9}{4,0}$	$\frac{0,01-0,14}{0,07}$	$\frac{0,2-8,2}{1,6}$	$\frac{0,01-0,34}{0,06}$	$\frac{1,37-2,83}{2,14}$
Прибережно-морські	19	$\frac{27-55}{40}$	$\frac{0-5}{5,7}$	$\frac{7-40}{31}$	$\frac{0,1-0,14}{0,11}$	$\frac{0,06-0,29}{0,15}$	$\frac{69,0-99,4}{92,9}$	$\frac{0,88-2,41}{1,92}$	$\frac{0,3-24,3}{4,2}$	$\frac{0,01-0,13}{0,05}$	$\frac{0,4-9,4}{2,5}$	$\frac{0,01-0,13}{0,05}$	$\frac{0,1-1,4}{1,3}$	$\frac{0,01-0,03}{0,01}$	$\frac{1,45-2,83}{2,08}$

Руслові пісковики Любельського родовища Львівсько-Волинського басейну в основному дрібно-середньозернисті (0,17-0,57 мм, при середньому значенні 0,31 мм). Кількість уламкового кварцу 57–68 (64) %, регенераційного 2-11 (8)%, глинисто-слюдистих мінералів 7–26 (16,6) %. Коефіцієнт метаморфічності 0,24–0,54 (0,36), що відповідає зоні початкового катагенезу. За нашими розрахунками загальний об'єм газу складає 0,65–2,62 (1,75) м³, при наявності метану 0,29–3,29 (1,49) м³/т, що становить від 67,9 до 97,3 (при середньому значенні 85,1) % об.

Пісковики підводних виносів русел рік – дрібнозернисті (0,1–0,37 мм, при середньому значенні 0,22 мм). Кількість уламкового кварцу 27–67 (57) %, регенераційного 1-11 (6,7)%, глинисто-слюдистих мінералів 13–33 (21,5) %. Коефіцієнт метаморфічності 0,19–0,48 (0,34). Загальний об'єм газу складає 1,37–2,83 (2,14) м³, при наявності метану 0,64–2,39 (1,76) м³/т, що становить від 37,5 до 99,1 (при середньому значенні 87,5) % об.

Для пісковиків узбережжя моря характерним є малий розмір теригенних зерен (0,1-0,14 мм, при середньому значенні 0,11 мм). Кількість уламкового кварцу 27–55 (40) %, регенераційного 0–5 (5,7) %, глинисто-слюдистих мінералів 7–40 (21,5) %. Коефіцієнт метаморфічності 0,1–0,14 (0,15). Загальний об'єм газу складає 1,45–2,83 (2,08) м³, при наявності метану 0,88–2,41 (1,92) м³/т, що становить від 69,0 до 99,4 (при середньому значенні 92,9) % об.

Аналізуючи отримані дані можна сказати, що загальний об'єм газів, виділений з мікропор пісковиків, до певної міри корелюється з петрографічними характеристиками пісковиків різних генетичних типів. Максимальна кількість метану притаманна пісковикам узбережжя моря, які мають найменшу кількість уламкового та вторинного кварцу, найбільшу – глинисто-слюдистих мінералів та невеликий коефіцієнт метаморфізму “С” (тобто малу кількість “жорстких” контактів). В цих пісковиках можливості утримання газів у мікропорах будуть значно вищими, ніж у пісковиках русел рік та, частково, підводних виносів рік.

Пісковики містяться досить значну кількість газів (переважно метану), врахування яких є важливим при комплексному встановленні метаноносності вугільних басейнів. Вивчення газоносності вмісних порід мас-спектрометричними методами з врахування літологічних особливостей порід дає додаткову можливість для встановлення загальної газоносності вугільних басейнів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Забигайло В. Е. Проблемы геологии газов угольных месторождений / В. Е. Забигайло, А. З. Широков. – К. : Наук. думка, 1972. – 172 с.
2. Феофилова А. П. О причине изменения пористости угленосных пород среднего карбона Донбасса // Сб. памяти П. И. Степанова. – М. : Изд-во АН СССР, 1952. – С. 249 – 263.
3. Углепородный массив Донбасса как гетерогенная среда / А. Ф. Булат, Е. Л. Звягильский, В. В. Лукинов [и др.]. – К. : Наук. думка, 2008. – 411 с.
4. Корреляция карбоновых угленосных формаций Львовско-Волинского и Любинского бассейнов / В. Ф. Шульга, А. Здановски, Л. Б. Зайцева [и др.] – К. : ИГН НАН Украины и Польский государственный геологический институт(Верхнесилезский филиал), 2007. – 426 с.