

Пласт n_7^1 . Переважаюче значення в будові безпосередньої покрівлі мають малостійкі аргіліти (B_3) і середньо стійкі алевроліти (B_4). Рідко зустрічаються стійкі пісковики (B_5). В 7-10 м вище пласта n_7^1 залягає пласт n_7^B , що певною мірою знижує стійкість покрівлі. Безпосередня підшва представлена переважно алевролітами, рідше пісковиками і аргілітами. Алевроліти і пісковики характеризуються як стійкі (P_3), аргіліти середньостійкі (P_2).

Пласт n_7 . На площі поля шахти № 1 «Тяглівська» безпосередня покрівля представлена алевролітами і аргілітами. Пісковики відсутні. За стійкістю аргіліти відносяться до малостійких (B_3), алевроліти – до середньо стійких (B_4). Максимальне поширення в безпосередній підшві притаманне стійким алевролітам (P_3) і рідше стійким пісковикам (P_3).

Висновки. Зіставивши дані з вивчення газоносності пластів і фізико-механічних властивостей їхньої безпосередньої підшви і покрівлі, варто відмітити що для переважної більшості пластів очікуються достатньо хороші умови для експлуатації. За фізико-механічними властивостями порід сприятливими є умови для виробки пластів b_4 , n_8^B , n_8 . Деяко складнішими – для пластів n_9 , n_7^B , n_7^1 , що спричинено низькою стійкістю покрівлі. Можливі також деякі ускладнення в зонах тектонічних порушень, які являють собою загрозу також як джерела підтоку газу. Найбільш складна ситуація прогнозується для експлуатації пласта n_7 через низьку стійкість і здатність до обвалів його покрівлі.

Лише пласт b_4 , що знаходиться в азотно-метановій зоні, має низькі значення газоносності. Всі інші пласти лежать в метановій зоні. Газоносність їх є значною, вміст метану в газовій суміші досить високий (див. табл. 1), що буде складати додаткові труднощі при експлуатації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Прогноз газоносності вугільних пластів Тяглівського родовища Львівсько-Волинського басейну / Петро Явний, Іван Книш, Ірина Бучинська, Святослав Бик. // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2009. – № 2. – С. 39-51
2. О детальной разведке каменных углей на поле шахты Тягловская № 1 Львовско-Волинского бассейна (1981-1986 р.р.) / Е. Й. Гирный, Б. И. Лельк, Стукан И. Н. и др. – Львов, 1986
3. Методическое руководство по составлению прогнозов горно-геологических условий разработки угольных пластов на шахтах. – Минуглепром УССР, 1980.

УДК 553.94:552 (477.82/87)

м.н.с. П.М. Явний,
м.н.с. О.О. Яринич,
канд. геол. наук І.В. Бучинська,
м.н.с. О.М. Шевчук
(ІГГК НАН України)

**ЗАЛЕЖНІСТЬ ГАЗОНОСНОСТІ ПІСКОВИКІВ ТЯГЛІВСЬКОГО
РОДОВИЩА ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО БАСЕЙНУ
ВІД ПЕТРОГРАФІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ І ПОРИСТОСТІ**

Анализувалась и рассчитывалась сорбционная (остаточная) газоносность песчаников разных генетических типов Тягловского месторождения Львовско-Волынского бассейна. Установлены зависимости между общим объемом газа, количеством метана и петрографическими показателями песчаников – количеством обломочного и вторичного кварца, слюдисто-глинистых минералов, коэффициентом метаморфичности “С” и пористости.

DEPENDENCES OF GAS-BEARING POTENTIAL OF SANDSTONES OF THE TYAGLIV FIELD OF THE LVIV-VOLYN BASIN UPON PETROGRAPHIC INDICATIONS AND POROSITY

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

Тяглівське родовище знаходиться у північно-східній частині Південно-Західного вугленосного району і приурочене до однойменної синкліналі. На заході родовище межує з Бутинь-Хлівчанською зоною насувів, на сході – з Белз-Мілятинською зоною насувів, на півдні його обмежує робочий контур вугільного пласта v_6 , на півночі – державний кордон із Польщею. Родовище простягається з північного заходу на південний схід на 23 км і має ширину 9 км. Площа родовища – 180 км².

Продуктивна товща родовища представлена відкладами візейського, серпухівського і башкирського ярусів карбону. Товщина серпухівського ярусу – 628 м, башкирського – 194 м. В цих відкладах розвинено 12 горизонтів пісковиків загальною товщиною до 130 м [1].

Тяглівська синкліналь, до якої приурочене родовище, має північно-західне простягання з пологим зануренням 1–2°. Ядро складки вповнено вугленосними башкирськими і серпухівськими відкладами. Крила складки асиметричні – ширина північно-східного крила 4,5 км, південно-західного – 5,0 км. Падіння порід на крилах складки 4–9° з максимальними значеннями на виходах пластів на західному крилі до 4°, на східному – до 9°. В осьовій частині синкліналі виділяється антиклінальне підняття, яке представляє собою брахіантиклінальну складку північно-західного простягання протяжністю 2,8 км і шириною 2,0 км з падінням порід на крилах 3°. Також у межах синкліналі широко проявлені диз’юнктивні порушення, найбільш крупним з яких є Тяглівський скид та скиди №№ 1, 2, 4, насуви №№ 9, 10, 11, 12, 13. Розривні порушення супроводжуються зонами дроблення, зім’яттям та інтенсивною тріщинуватістю порід.

В газовому балансі вугленосних товщ пісковики мають важливе значення. Газ, що знаходиться в них є достатньо рухомим і легко мігрує до гірських 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 корисними при промисловому видобутку 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 [2].

Дослідженнями пористості встановлено, що основний об'єм газів зумовлений молекулярними порами розміром у декілька ангстрем, тобто рівними розмірами молекул газів (метану, діоксиду вуглецю, азоту, водню, високомолекулярних вуглеводнів). Походження порожнин пов'язується з відщепленням молекул метану і води з структури пісковиків у процесі катагенезу. Розміри надмолекулярних пор – сотні ангстрем, на їх поверхні адсорбуються молекули метану та інших газів, що згущуються при підвищенні тиску [3].

Оскільки газ знаходиться у вільному стані, пористість порід є однією з найважливіших характеристик породи, від якої залежать її газоємнісні властивості. А. П. Феофіловою [4] доведено, що пористість є функцією як первинних умов осадоагромадження, так і вторинних умов їхнього перетворення в процесі діа- і 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 у відклади вугільних родовищ із древніх магматичних джерел, глибинних розломів [5].

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, призводить 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-Менделеева, оскільки $P < 1$ атм, а саме

:

$$m_0 = \frac{P_0 V_0 \mu}{z R T_0}$$

де P_0 – початковий тиск у 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 ($T_0=20+273=293$ К); z – коефіцієнт стискування газу ($z \approx 1$).

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

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

або

$$m_B = \frac{V_0 \mu}{z R T_0} (P_1 - P_0) \quad (1)$$

За формулою (1) визначається тільки та маса газу, що виділилася в результаті дегазації пісковика.

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

$$P_H V_H = \frac{m}{\mu} R T_0$$

або

$$P_H V_H = \frac{V_0 \mu}{z R T_0} (P_1 - P_0) \frac{R T_0}{\mu}$$

Звідси знаходимо об’єм газу при нормальних умовах:

$$P_H V_H = V_0 (P_1 - P_0)$$

або

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

Після визначення об'єму газу, що виділився зі зразка пісковика, робиться напуск на мас-спектрометр і визначається компонентний склад газової суміші в об'ємних процентах. Вираховуються об'єми компонентів (V_K) м³ вилученого газу за формулою:

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

де A_K – вміст компоненту в суміші, %; V – об'єм вилученого газу, м³.

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 [6], 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 Тяглівського родовища Львівсько-Волинського басейну різних генетичних типів. Результати вимірів і перерахунків та результати петрографічних досліджень приведено у таблиці 1.

Нами враховувалися кількість уламкового та регенераційного кварцу, глинистослюдистих мінералів, середньозважений розмір зерен та коефіцієнт метаморфічності “С” (протяжність контактів).

Руслові пісковики Тяглівського родовища Львівсько-Волинського басейну характеризуються як дрібно-середньозернисті (0,12–0,40 мм, при середньому значенні 0,23 мм). Кількість уламкового кварцу 64–83 (73)%, регенераційного 1–6 (3,3)%, глинисто-слюдистих мінералів 2–15 (9)%. Коефіцієнт метаморфічності “С” – 0,19–0,33 (0,23), що відповідає зоні початкового катагенезу. За нашими розрахунками, загальний об'єм газу складає 0,65–6,42 (2,45) м³, при наявності метану 0,4–3,5 (2,0) м³/т, що становить від 64,2 до 88,5 (при середньому значенні 81,4) % об.

Пісковики підводних виносів русел рік – дрібнозернисті (0,1–0,41 мм, при середньому значенні 0,19 мм). Кількість уламкового кварцу 27–82 (64) %, регенераційного 1–8 (2,9) %, глинисто-слюдистих мінералів 7–30 (15,5) %. Коефіцієнт метаморфічності 0,16–0,33 (0,21). Загальний об'єм газу складає 0,62–4,8 (2,61) м³, при наявності метану 0,59–3,8 (2,3) м³/т, що становить від 46,8 до 90,9 (при середньому значенні 85,5) % об.

Для пісковиків узбережжя моря характерним є малий розмір теригенних зерен (0,09–0,14 мм, при середньому значенні 0,11 мм). Кількість уламкового кварцу 33–68 (45) %, регенераційного 0–4 (0,9) %, глинисто-слюдистих мінералів 8,6–51 (47,2) %. Коефіцієнт метаморфічності 0,01–0,21 (0,12). Загальний об'єм газу складає 0,63–4,72 (2,75) м³, при наявності метану 0,61–4,1 (2,6) м³/т, що становить від 66,1 до 93 (при середньому значенні 88) % об.

Таблиця 1 – Характеристика пісковиків Тягівського родовища Львівсько-Волинського басейну

Генетичний тип пісковиків	Кількість проб	Кварц, %	Регенераційний кварц, %	Линисто-сплодисті мінерали, %	Середньозважений розмір зерен, мм	Коефіцієнт метаморфічності «С»	Метан		Азот		Діоксид вуглецю		Водень		Відкрита пористість, %
							% об.	м ³ /т	% об.	м ³ /т	% об.	м ³ /т	% об.	м ³ /т	
Руслові	12	64-83	1-6	2-15	0,12-0,40	0,19-0,33	0,4-3,5	0,22-1,91	0,4-10,8	0,02-0,2	0,01-2,5	0,01-0,8	7,3-12,6		
		73	3,3	9	0,24	0,23	2,0	0,31	5,0	0,1	1,4	0,04	9,3		
Підводних виносів пік	50	27-82	1-8	7-30	0,1-0,41	0,16-0,33	0,59-3,8	0,02-0,57	0,4-10,8	0,01-0,20	0,1-5,4	0-0,3	2,7-8,0		
		64	2,9	15,5	0,19	0,21	2,3	0,21	3,4	0,08	1,5	0,02	6,0		
Підбережно-морські	11	32-68	0-4	8,6-51	0,09-0,14	0,01-0,21	0,61-4,1	0,01-0,47	0,01-8,7	0,01-0,11	0,01-1,6	0-0,04	0,06-1,5		
		45	0,9	47,2	0,11	0,12	2,6	0,11	2,2	0,03	1,1	0,01	1,3		

Пористість пісковиків Тяглівського родовища знижується від руслових до прибережно-морських. У руслових пісковиках пористість змінюється від 7,3 до 12,6 % при середньому значенні 9,3 %. В пісковиках підводних виносів рік відкрита пористість є в межах 2,7–8,0 %. Пористість прибережно-морських пісковиків змінюється від 0,06 до 1,5 % при середньому значенні 1,3 %.

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 метаморфічності “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 містять 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. С.С. Сокоренко, І.О. Костик. Нові дані про газоносність вуглевмісних порід Тяглівського родовища кам'яного вугілля Львівсько-Волинського басейну // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / Ин-т геотехнической механики НАН Украины. – Днепропетровск, 2010. – Вып. 88. – С. 12–21.
2. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР. – М.: Недра, 1979. – Т. 3. – 385 с.
3. Забигаило В. Е., Широков А. З. Проблемы геологии газов угольных месторождений. – Киев: Наук. думка, 1972. – 172 с.
4. 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
5. Угленородный массив Донбасса как гетерогенная среда / А. Ф. Булат, Е. Л. Звягильский, В. В. Лукинов и др. – Киев: Наук. думка, 2008. – 411 с.
6. Корреляция карбоновых угленосных формаций Львовско-Волинского и Любинского бассейнов / В.Ф. Шульга, А. Здановски, Л.Б. Зайцева и др. – Киев: НАНУ Украины ИГН и Польский государственный геологический институт (Верхнесилезский филиал), 2007. – 426 с.

УДК 553.17:622.411

Канд. геол.-мин. наук Л.Л.Шкуро
(ИГТМ НАН Украины)

ВЫДЕЛЕНИЕ ГАЗОНОСНЫХ ЗОН В ПЕСЧАНИКАХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА

У роботі розглянуто перспективи застосування акустичного каротажу для виділення газоносних зон в розвідувальних свердловинах Донецького басейну

SELECTION OF GAS-BEARING ZONES IN SANDSTONES ON RESULTS OF ACOUSTIC LOGGING