

## НОВІ ПОКАЗНИКИ СОРБЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ ТА ГАЗОНОСНОСТІ ВУГІЛЛЯ

**К. А. Безручко**

*доктор геологічних наук*

**Л. І. Пимоненко**

*доктор геологічних наук*

**О. В. Бурчак**

*доктор технічних наук*

**О. К. Балалаєв**

*кандидат біологічних наук*

**А. А. Каргаполов**

*кандидат технічних наук,*

**В. В. Челкан**

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України,  
49005, м. Дніпро, вул. Сімферопольська, 2А

Запропоновано нові показники – відносний градієнт сорбційної здатності вугільної речовини та відносний градієнт метаноносності вугільних пластів, що дозволяють порівнювати ці характеристики, виміряні в абсолютних величинах ( $\text{cm}^3/\text{t}$ ,  $\text{m}^3/\text{t}$ ), для окремих вугільних пластів різного ступеня метаморфізму, на різних глибинах та в різних геологічних умовах.

**Ключові слова:** вугілля, сорбційна здатність, метаноносність.

## NEW INDICATORS OF SORPTION BEARING CAPACITY AND GAS CONTENT OF COAL

**K. A. Bezruchko**

*Doctor of Geological Sciences*

**L. I. Pymonenko**

*Doctor of Geological Sciences*

**O. V. Burchak**

*Doctor of Technical Sciences*

**O. K. Balalaiev**

*Doctor PhD (of Biological sciences)*

**A. A. Karhapolov**

*Doctor PhD (of Technical sciences)*

**V. V. Chelkan**

M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of  
Ukraine, Simferopolska, 2a, Dnipro, 49005, Ukraine

New indicators have been proposed – the relative gradient of sorption methane-bearing capacity of coal substance and the relative gradient of coal beds methane content, which allow comparison of these characteristics measured in absolute values for individual coal beds of different grades of metamorphism, at different depths and lying in different geological conditions.

**Key words:** coal, methane-bearing capacity, methane content.

Метан – основний компонент газів вугільних родовищ, і оскільки майже уся вугленосна товща гірських порід насичена метаном, видобуток вугілля на вугільних шахтах, в процесі їх експлуатації і після завершення проведення очисних робіт, постійно супроводжується виділенням метану. Незалежно від того в яких масштабах буде працювати у майбутньому вуглевидобувна галузь, чи взагалі буде працювати, емісія метану з вугленосної товщі буде тривати ще десятки років. З огляду на це проблема метану вуглегазових родовищ у майбутньому не втратить своєї актуальності.

Численні результати, отримані раніше різними дослідниками, свідчать про нерівномірність розподілу газів у вугленосній товщі та велику кількість відхилень газоносності і газонасиченості вугленосного масиву від загальних регіональних закономірностей, а також вплив на це багатьох локальних геологічних чинників. Вміст та склад газів вугленосної формації визначають такі фактори як ступінь метаморфізму вугільних пластів та постдіагенетичних перетворень вміщуючих порід, тектоніка, вугленосність, літологічний склад порід, товщина покривних відкладів, гідрогеологічні умови, глибина занурення та сучасна глибина залягання. Ступінь впливу кожного з чинників, за винятком метаморфізму, у різних газових зонах є різним, тому є різноманітним і розподіл газів у вугленосній товщі, як результат взаємного впливу та взаємодії наведених чинників.

Вплив великої кількості чинників на природну газоносність вугільних пластів обумовлює складність порівняння газоносності вимірної в абсолютних величинах для окремих вугільних пластів, які відрізняються ступенем метаморфізму, глибиною залягання та різноманітними геологічними умовами. Окремо належить зауважити, що на тлі загальних трендів, які формують природну регіональну фонову газоносність, накладаються різного роду відхилення, викликані різноманітними аномаліями. Це можуть бути позитивні аномалії (збільшення газоносності), що сприяють підвищенню газоносності і формують газові скупчення, та навіть спричиняють газодинамічні явища у вугільних шахтах. Так і негативні аномалії, що обумовлюють зменшення газоносності шляхом латеральної міграції або дегазации вгору за піднесенням порід, і згодом з поверхні Землі в атмосферу.

Дослідження критеріїв, що дозволяють достовірно описати процеси сорбції метану вугілля, а також кількісно оцінювати газоносність вугільних пластів, надасть можливість вирішити ряд актуальних завдань, пов'язаних з прогнозом гірничо-геологічних умов та процесів у вуглепородному масиві. Для вирішення цього завдання, а саме, визначення загальних закономірностей формування величин сорбційної здатності та природної метаноносності вугілля,

шляхом порівняння окремих вугільних пластів, пластів різних марок метаморфізму та на різних глибинах, і залягаючих у різноманітних геологічних умовах, пропонується застосування показників – відносного градієнта сорбційної здатності та відносного градієнта газоносності.

Відносним градієнтом сорбційної метаноемності вугілля є відношення наступного (для більш високого тиску) значення сорбційної метаноемності до попереднього (для більш низького тиску) з кроком 1 МПа. Аналогічно, відносним градієнтом газоносності вугільних пластів є відношення наступного значення газоносності до попереднього з таким самим кроком (1 МПа). Відносний градієнт сорбційної метаноемності (газоносності) за своєю сутністю це коефіцієнт зменшення сорбційної здатності (газоносності) з глибиною, та відповідно, зі збільшенням тиску, і є безрозмірною величиною.

Природна газоносність вугільних пластів залежить головним чином від сорбційної здатності вугільної речовини. Газ у вугільних пластах знаходиться переважно у зв'язаному, сорбованому стані, що обумовлене великою сорбційною здатністю вугілля. Якщо вважати, що природна газоносність вугілля переважно визначається його сорбційною ємністю, а сорбційна ємність досягає максимуму і стабілізується при тисках 6 МПа, то ґрунтуючись на висновку щодо граничної величини сорбційної здатності вугілля, яка досягається за цими тисками (понад 6 МПа), належить очікувати зміну фонові регіональної природної газоносності за гіперболічною залежністю, з виходом на асимптоту. А виходячи з того, що як відомо газовий тиск вуглепородного масиву складає 0,8 – 0,9 гідростатичного, це має відбуватися на глибинах порядку 660 – 750 м. Це добре збігається з численними даними щодо практичного вимірювання природної газоносності – стабілізацію метанозносності відносять до інтервалу глибин 800 – 900 м.

З використанням нових показників, за експериментальними даними, щодо сорбційної метаноемності та природної газоносності вугільних пластів Донбасу, проведено аналіз, статистичну обробку та узагальнення отриманих результатів.

Як і належить очікувати, судячи за формою ізотерм сорбційної метаноемності, які мають вигляд гіперболи, градієнти сорбційної метаноемності вугілля закономірно зменшуються зі збільшенням тиску. Значення відносного градієнту метанозносності (табл. 1) для вугільних пластів різних марок закономірно зменшуються зі збільшенням глибини залягання та також закономірно зменшуються в кожному з інтервалів глибин від низькометаморфізованого (марка Г) вугілля до високометаморфізованого (марка НА).

Таблиця 1

Відносні градієнти метаноносності вугільних пластів кам'яного вугілля (марки Г-НА) на різних глибинах

| Ступінь метаморфізму | Відносний градієнт метаноносності вугільних пластів різних марок для окремих інтервалів глибин, б/р |             |             |             |             |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                      | 100-200 м                                                                                           | 200-300 м   | 300-400 м   | 400-500 м   | 500-600 м   |
| Г                    | 2,53                                                                                                | 1,40        | 1,12        | 1,07        | 1,06        |
| Ж                    | 1,85                                                                                                | 1,24        | 1,09        | 1,07        | 1,04        |
| К                    | 1,51                                                                                                | 1,22        | 1,10        | 1,06        | 1,04        |
| ПС                   | 1,52                                                                                                | 1,22        | 1,10        | 1,05        | 1,04        |
| П                    | 1,49                                                                                                | 1,15        | 1,07        | 1,04        | 1,02        |
| НА                   | 1,45                                                                                                | 1,20        | 1,10        | 1,06        | 1,04        |
| <b>Середній</b>      | <b>1,73</b>                                                                                         | <b>1,24</b> | <b>1,10</b> | <b>1,06</b> | <b>1,04</b> |

Таблиця 2

Рівняння залежності відносних градієнтів метаноносності для вугільних пластів різного ступеню метаморфізму

| Марка вугілля | Рівняння                                                                        | Коефіцієнт детермінації, R <sup>2</sup> |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Г             | $y = -7 \cdot 10^{-8} x^3 + 8,992 \cdot 10^{-5} x^2 - 0,03813125x + 6,47970536$ | 0,9983                                  |
| Ж             | $y = -4 \cdot 10^{-8} x^3 + 5,08 \cdot 10^{-5} x^2 - 0,02130208x + 4,04015179$  | 0,9988                                  |
| К             | $y = -1 \cdot 10^{-8} x^3 + 1,68 \cdot 10^{-5} x^2 - 0,00836875x + 2,41211607$  | 0,9999                                  |
| ПС            | $y = -1 \cdot 10^{-8} x^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} x^2 - 0,00827083x + 2,43776786$  | 0,9994                                  |
| П             | $y = -2 \cdot 10^{-8} x^3 + 2,637 \cdot 10^{-5} x^2 - 0,01144792x + 2,67199107$ | 0,9983                                  |
| НА            | $y = -1 \cdot 10^{-8} x^3 + 1,464 \cdot 10^{-5} x^2 - 0,00717292x + 2,2222679$  | 0,9996                                  |

Звертає на себе увагу той факт, що на більших глибинах значення відносних градієнтів для вугільних пластів всіх марок вирівнюються (див. табл. 1). І на глибинах 300 – 400 м складають 1,07 – 1,12, на глибинах 400 – 500 м – 1,04 – 1,07, на глибинах 500 – 600 м – 1,02 – 1,06. Тобто можливий приріст газоносності, за підвищенням глибини, і відповідно тиску, може потенційно скласти 2 – 6%, якщо значення відносного градієнту дорівнюватиме 1. Що цілком співпадає з відомими даними, коли приріст сорбції в інтервалі тиску 5 – 10 МПа не перевищує 5 – 10%.

У табл. 2 наведені рівняння залежності відносних градієнтів метаноносності для вугільних пластів різного ступеню метаморфізму за результатами апроксимації з відповідними коефіцієнтами достовірності. Отримані залежності доцільно використати для прогнозу фонові природної регіональної газоносності вугільних пластів.

**Висновки.** Запропоновано нові показники – відносний градієнт сорбційної метаноємності вугілля та відносний градієнт метаноносності, які дозволяють

співставлення цих характеристик, виміряних в абсолютних величинах ( $\text{cm}^3/\text{г}$ ,  $\text{m}^3/\text{т}$ ) для окремих вугільних пластів різних марок метаморфізму, на різних глибинах та залягаючих у різноманітних геологічних умовах.

Значення відносних градієнтів для вугілля Донбасу закономірно зменшуються зі збільшенням глибини залягання та також закономірно зменшуються в кожному з інтервалів глибин від низькометаморфізованого (марка Д) вугілля до високометаморфізованого (марка НА). Це доводить, що сорбційна здатність вугільної речовини визначає природну регіональну (фонову) метаноносність пластів кам'яного вугілля, і закономірно, за гіперболічною залежністю, зменшується зі збільшенням глибини залягання та також закономірно зменшується в кожному з інтервалів глибин від низькометаморфізованого (марка Д) вугілля до високометаморфізованого (марка НА), з відносним градієнтом, який асимптотично наближається до 1 за тисками понад 6 МПа.

Отримані залежності відносного градієнту газоносності від глибини та газового тиску для різних марок метаморфізму можуть бути використані для прогнозування природної регіональної (фонові) газоносності вугільних пластів шляхом визначення граничної сорбційної здатності та розрахунку на шукану глибину або тиск.