

Аналіз впливу фільтраційно-ємнісних характеристик колекторів на результати видобутку газу в Донецькому басейні

Розглядається газ (метан) вугільних родовищ, який на законодавчому рівні включено до переліку корисних копалин загальнодержавного значення. Проте масового і економічно обґрунтованого його видобутку як незалежної копалини досягти не вдалося. Одна з основних проблем – складність геологічних умов скупчення газу на території Донбасу, зокрема фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів.

Умовах зниження видобутку вуглеводнів на території України та постійного зростання цін на енергоносії порушується питання пошуку нових джерел постачання природного газу. Така тенденція спонукає фахівців нафтогазового сектору і державу загалом переглянути доцільність розробки малопродуктивних скупчень вуглеводнів. Останніми роками стрімко зросло зацікавлення фахівців видобутком газу з щільних пісковиків, покладів центральнобасейнового типу, з вугільних пластів і пластів аргіліту з високим вмістом органічної речовини (так званий сланцевий газ). Успіх деяких високорозвинутих держав у розробці подібних родовищ, з одного боку, та безперервне зростання ціни на імпортований газ, з іншого, постійно підігривають таке зацікавлення і спонукають робити більш швидкі й сміливі кроки щодо вивчення подібних покладів газу на території України.

Найперспективніший напрям розвитку індустрії з видобутку газу на родовищах нетрадиційного типу є видобуток газу вугільних родовищ, або метану вугільних пластів та вміщувальних порід. Про високий вміст метану у вугільних та вугле-

вміщувальних пластах відомо давно. Його ресурси за різними оцінками сягають трильйонів кубічних метрів [1].

На території України вугілля видобувають вже понад 200 років. Найбільшого розвитку галузь зазнала в СРСР, коли вся територія Донецького басейну була вкрита геологічною розвідкою, детальність якої дивує фахівців багатьох країн світу, адже роботи такого масштабу потребують колосальної фінансової спроможності та науково-технічного потенціалу. Як результат Україна і нині зберігає високий рівень видобутку вугілля, працюючи в умовах одного з найбільш складнопобудованих басейнів світу. Складність умов видобутку полягає у мінливості товщини малопотужних вугільних пластів, їх високій газонасиченості та викидонебезпечності, тектонічній порушеності та великих кутах падіння пластів.

Промисловим вугільним пластом в Україні вважають пласт, товщина якого перевищує 0,6 м, а їх максимальна потужність у межах Донецького басейну рідко перевищує 2 м. Тоді як, наприклад, у США, Канаді, Китаї та Австралії товщина вугільних пластів сягає понад 6 м,



С. С. ДУМЕНКО,
аспірант
(Національний гірничий
університет)



В. Ф. ПРИХОДЧЕНКО,
доктор геол. наук
(Національний гірничий
університет)

а кути залягання порід становлять 2 – 3° [2]. Такі геологічні умови вплинули і на традиційні методи попередньої дегазації у цих державах. Якщо у Китаї чи Австралії роботи з дегазації орієнтовані безпосередньо на вугільний пласт, то на родовищах України є потреба комплексного підходу: дегазуються як вугільні пласти, так і вуглевміщувальна товща. На вибір такої методики безпосередньо впливали і фільтраційні властивості українського вугілля. В історії геологічного розвитку Донецького басейну простежується період глибокого залягання кам'яновугільних відкладів на глибину до 5 – 6 тис. м, що зумовило високу щільність і малу проникність усієї вугленосної товщі.

Такі особливості геології Донбасу треба враховувати і під час розгляду можливостей промислового видобутку метану на цій території.

На відміну від інших країн світу, де видобувають газ безпосередньо з вугільних пластів або з пластів щільних пісковиків, в Україні треба розглядати стратегію комплексного видобутку газу як з вугілля, так і з вмщувальних порід. Навіть більше, у зв'язку із малою потужністю вугільних пластів та їх низькою проникністю щонайпершу увагу під час проектування розроблення таких покладів газу слід приділяти найбільш потужним та проникним пластам у розрізі, а саме щільним пісковикам, що часто супроводжують пласти вугілля. Піщані пласти поряд з вугіллям часто мають підвищену газонасиченість і становлять інтерес щодо їх промислової розробки.

Фільтраційно-ємнісні характеристики пісковиків Донбасу є низькими з погляду на традиційний нафтогазовий підхід та поступаються характеристиками промисловим пластам у межах родовищ нафти і газу, що експлуатуються в Україні. Іншим чинником, що ускладнює планування проектів з розробки родовищ газу вуглевміщувальної товщі, є низька газонасиченість колекторів. Здебільшого газонасиченість щільних піщаних пластів на території Донецького басейну не перевищує 50 – 60 % [3], тоді як газонасичення колекторів традиційних газових родовищ становить 70 – 90 % [4]. Така значна різниця у газонасиченні відлякує як українських, так і іноземних фахівців та додає песимізму до загального бачення перспектив розвитку цієї галузі.

Насамперед розглянемо формування геологічних умов з усіма особливостями, що спостерігаються в межах цього басейну. У процесі седиментогенезу та заглиблення території водонасичені піщані пласти піддавалися ущільненню та цементації. З підвищенням тиску і температури пласти вугілля поступово починали генерувати вуглеводневі гази, які в умовах дальшого ущільнення вуглевміщувальної товщі мігрували у вмщувальні породи та накопичувались у них у певному обсязі, частко-

во витісняючи воду. Як результат, у пластах пісковиків накопичувався метан, проте газонасичення залишалося невисоким. Припустимо, що низькі його значення можуть спричинятися малорухомими та нерухомими конседиментаційними та постседиментаційними водами, які внаслідок заглиблення басейну в процесі його геологічного розвитку опинились у капілярній пастці. У цьому разі негативний вплив високого водонасичення можна було б вважати значно меншим, ніж за умови наявності у пласті великої кількості рухомої води.

З метою вивчення цього питання проведено попередні дослідження у межах Донецького басейну, а саме на території Красноармійського геолого-промислового району, що розташований у південно-західній його частині. Для дослідження відібрали зразки керну із свердловини та провели лабораторні аналізи. Зазначимо, що стандартний лабораторний аналіз зразків керну вуглерозвідувальних свердловин передбачає дещо інший спектр досліджень порівняно з нафтогазовою промисловістю. Це зумовлено орієнтацією геологорозвідувальних робіт на вивчення пластів вугілля. При цьому вмщувальні породи вивчаються недостатньо, а отримані результати не завжди є остаточними і достовірними, що ускладнює аналіз геологічної інформації та спричинює потребу її ретельнішого вивчення.

Під час роботи з колекторами, у яких є одночасно два різні флюїди, найважливішим параметром, що впливатиме на результати припливу в свердловину того чи іншого флюїду, є відносна проникність. На жаль, її вивченню свого часу не надавали достатньої уваги, а абсолютна більшість керну вугільних геологорозвідувальних свердловин безслідно втрачена, що унеможливило проведення додаткового вивчення.

На рис. 1 наведено залежності відносної проникності порід для газу K_r і води K_v від характеру насиченості порового простору, визначені лабораторним методом для двох зразків керну, відібраних із свердловини. Стратиграфічно зразки приурочені до пісковиків московського ярусу середнього карбону (пласти пісковиків k_7Sl_1 та $k^2_{7Sk^5_7}$), що за своїми петрографічними властивостями є типовими для регіону, і часто характеризуються підвищеною газонасиченістю. Залежності проникності порід для газу і води від насиченості колектора трохи змістилися порівняно із залежностями, які характерні для аналізу традиційних колекторів (для порівняння залежність наводиться на рис. 2 [4]). Таку відмінність можна пояснити щільністю зразків пісковика, взятих для аналізу. Як результат малого розміру порових каналів капілярні сили утримують пластову воду у менш рухомому стані. Це явище позитивно впливає на проникність колектора для газу. Вивчаючи криві K_v та K_r , побудовані для зразків пісковика, можна дійти висновку, що при насиченості колектора газом більше ніж на 40 – 45 %, відносна проникність для води наближається до нуля. Це

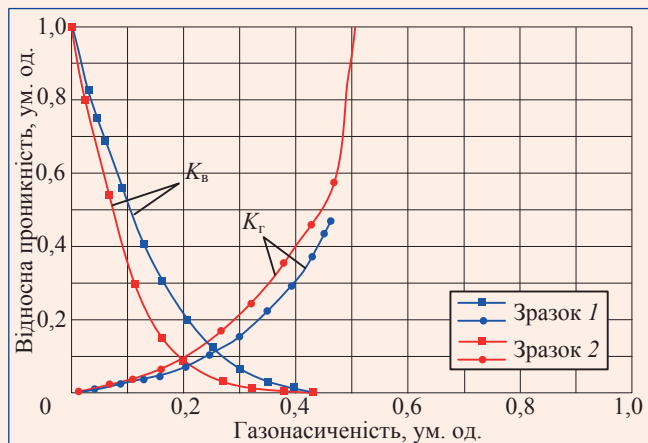


Рис. 1. Залежності відносної проникності порід для газу K_r і води K_v від характеру насичення порового простору, визначені для першого та другого зразків керну.

свідчить про те, що при такій газонасиченості пластові води стають майже нерухомими і колектор може пропускати через себе тільки газ.

Проникність для газу і води зрівнюється при газонасиченості колектора 20 – 25 %, тобто навіть при таких малих значеннях газонасиченості колектор ще буде пропускати через себе і газ, і воду. Наведені результати можуть кардинально змінити сформовані уявлення про промислове значення газонасиченості для цієї території. Наприклад, виявивши пласт пісковика, в якому тільки 60 % пор заповнені газом, його можна промислово розробляти, зменшуючи газонасиченість до 40 – 45 %, і у процесі видобутку до свердловини надходитиме тільки газ. Це означає, що істотний об'єм газу можна видобувати на поверхню, додатково не відкачуючи воду. Ціна на газ, що сформувалась у нашій державі, робить економічно доцільним його видобуток і з паралельним відкачуванням пластових вод, які надходять до свердловини в процесі експлуатації, що дає змогу додатково підвищити коефіцієнт вилучення газу. У разі підтвердження результатів лабораторного вивчення кернавого матеріалу масштабнішими роботами, треба сформувати нову думку на доцільність розробки покладів газу Донецького басейну.

Важливим критерієм виступатиме розмір дебіту такої свердловини, адже низька проникність щільних колекторів з високою вірогідністю не зможе забезпечити одержання промислового припливу газу до свердловини. Під час проектування процесу розробки таких покладів невід'ємною частиною є передбачення використання методів інтенсифікації свердловин.

Вибираючи стратегію проведення робіт з інтенсифікації припливу газу до свердловини, важливо враховувати причини низької продуктивності пласта. Так, розмір припливу флюїду прямо пропорційний пло-

щі взаємодії свердловина – пласт, проте збільшення діаметра експлуатаційних свердловин не дасть бажаного результату. При цьому можна оцінити ефективність методу гідравлічного розриву пласта, який останніми роками широко застосовується у світі під час видобутку газу як із щільних пісковиків, так і з вугілля та аргілітів. Формуючи сітку тріщин у пласті завдовжки до кількох сотень метрів, цей метод дає змогу збільшити дебіт свердловини у 5 – 50 разів. Такі результати відкривають нові можливості під час розробки подібних покладів та роблять видобуток газу економічно обґрунтованим і прибутковим.

Зауважимо, що запровадження подібних проектів знизить небезпеку викидів метану в шахти і дасть змогу захистити життя гірників та наростити темпи видобутку цієї корисної копалини. З іншого боку, збір та використання газу вугільних родовищ позитивно впливатиме на навколишнє природне середовище і зміцнить позиції нашої держави на міжнародній арені, зменшивши енергетичну залежність від імпорту енергоносіїв.

Висновки. Для Донецького басейну характерні низькі значення фільтраційно-ємнісних властивостей вуглевміщувальних порід. Це зумовлено історією його геологічного розвитку. Переважна більшість пластів пісковика, які вміщують основні запаси метану на цій території, характеризуються високою щільністю і малою газонасиченістю, що ускладнює процес вилучення газу як з метою попередньої дегазації шахтних полів, так і з метою його промислового видобутку. За результатами, отриманими у лабораторних дослідженнях, бачимо, що щільність колекторів у цьому разі грає на руку газовидобувним компаніям. Низька проникність піщаних пластів зменшує рухливість пластових вод у колекторі й створює основні умови для прогнозування перспек-

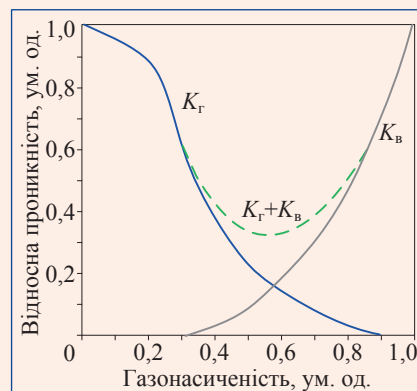


Рис. 2. Типовий характер залежності відносної проникності порід для газу K_g і води K_w від насиченості порового простору для традиційних колекторів, з яких видобувають в Україні нафту і газ.

тивності території щодо промислової газонасиченості. За умови достатнього фінансування та обґрунтованого визначення ділянок для проведення першочергових науково-розвідувальних робіт подібні проекти можуть стати технічно можливими та економічно вигідними. І навіть мізерний успіх на обмеженій ділянці робіт дасть змогу залучити у галузь значні додаткові інвестиції.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Пілотний проект: особливості випробування комплексу методів вивчення та видобутку метану вугільних родовищ Донбасу* / [К. В. Автономов, Б. І. Лелик, С. Г. Храпкін та ін.] // Геолог України. – 2009. – № 3. – С. 74 – 82.
2. *Мончак Л. С. Основи геології нафти і газу: Підручник для вузів* / Л. С. Мончак, В. Г. Омельченко. – Івано-Франківськ: Факел, 2004. – 276 с.
3. *Creties D. Jenkins Coalbed- and Shale-Gas Reservoirs* / Creties D. Jenkins, Charles M. Boyer II // Society of Petroleum Engineers. – 2008. – P. 92 – 99.
4. *Triplett J. Coal Mine Methane in Ukraine. Opportunities for Production and Investment in the Donetsk Coal Basin* / J. Triplett, A. Filippov, A. Pisarenko // Partnership for Energy and Environmental Reforms (PEER). – 2001. – 127 p.