

ЩОДО ВПЛИВУ ВІДНОСНОЇ ПРОНИКНОСТІ ПІСКОВИКІВ ДОНБАСУ НА ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУТКУ МЕТАНУ

С.С. Думенко, Національний гірничий університет, Україна

Метан вугільних родовищ є одним з найбільш перспективних альтернативних джерел енергії для України. Енергетичною стратегією розвитку України передбачено збільшення видобутку цієї корисної копалини з метою забезпечення власних потреб та покращення рівня енергетичної незалежності держави. Проте масового і економічно доцільного його видобутку досягнути досі не вдалось. Одна з основних проблем – складність геологічних умов скупчення газу на території Донбасу, зокрема фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів.

Видобуток нафти і газу на території України започатковано більш як 100 років тому. Нафтогазоносні області нашої держави відносяться до старих та добре вивчених, а більшість родовищ знаходиться на кінцевій стадії експлуатації. В умовах зниження видобутку вуглеводнів на території України та постійного зростання цін на імпортовані 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 зросла зацікавленість 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 високорозвинених держав у розробці подібних родовищ, з одного боку та залежність держави від імпорту енергоресурсів з іншого, постійно підігривають таке зацікавлення і спонукають робити більш швидкі й сміливі кроки щодо вивчення подібних покладів газу на території України.

Одним із найбільш перспективних альтернативних джерел видобутку газу є газ вугільних родовищ, або метану вугільних пластів та вміщувальних порід. Про високий вміст метану у вугільних та вуглевміщувальних пластах відомо давно. Його ресурси за різними оцінками сягають трильйонів кубічних метрів [1].

За обсягами видобутку вугілля Україна посідає одне з перших місць серед країн світу. На її території його видобувають вже понад 200 років. Найбільшого розвитку галузь зазнала в СРСР, коли територія Донецького басейну була вкрита геологічною розвідкою, детальність якої вражає фахівців багатьох країн світу, адже роботи такого масштабу потребують колосальної фінансової спроможності та науково-технічної наполегливості. Як результат, Україна і нині зберігає високий рівень видобутку вугілля, працюючи в умовах одного з найбільш складнопобудованих басейнів світу.

Складність геологічних умов Донецького басейну полягає у мінливості товщини малопотужних вугільних пластів, їх високій газонасиченості та викидонебезпечності, тектонічній порушеності та великих кутах падіння пластів. У США, Канаді, Китаї та Австралії товщина вугільних пластів сягає понад 6 м, а кути залягання порід становлять 2 – 3° [2], тоді як промисловим вугільним пластом в Україні вважають пласт, товщина якого перевищує 0,6 м. Максимальна потужність вугільних пластів у межах Донецького басейну рідко сягає більше двох метрів. Такі геологічні умови вплинули і на традиційні методи попередньої дегазації. 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 занурення кам'яновугільних відкладів на глибину до 5 – 6 тис.м, що зумовило високу щільність і малу проникність усієї вугленосної товщі.

Ці особливості слід враховувати 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 слід розглядати стратегію

комплексного видобутку газу з найбільш проникних пластів розрізу. 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. Пласти вугілля у зв'язку з малою потужністю та низькою проникністю потребують додаткового вивчення та розробки індивідуальних методів інтенсифікації. Тоді як піщані пласти поряд з вугіллям часто мають підвищену газонасиченість і становлять інтерес щодо їх промислової розробки, маючи підвищені фільтраційні властивості у порівнянні з вугіллям.

Колекторські властивості пісковиків Донбасу є низькими з точки зору традиційних критеріїв нафтогазової галузі. Вони значно 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 сягає 80 – 90 % [4]. Така значна різниця у значеннях коефіцієнту газонасиченості відлякує українських та іноземних фахівців та додає песимізму до загального бачення перспектив розвитку цієї галузі.

Оскільки викладені дослідження стосуються виключно пісковиків вуглевміщувальної товщі, що володіють підвищеними колекторськими властивостями, до них можуть бути застосовані загальноприйняті принципи нафтогазової промисловості. Для налагодження промислового видобутку метану перспективні відклади повинні відповідати критеріям промислової газонасиченості. При цьому при пошуках найбільш сприятливих територій для проведення пілотних проектів важливо враховувати історію формування геологічних умов басейну з усіма його особливостями, оскільки саме вона зумовила основні закономірності газонасиченості відкладів та поширення колекторів у межах Донецького басейну.

Так, у процесі седиментогенезу та заглиблення території водонасичені піщані пласти піддавалися ущільненню та цементації. З підвищенням тиску і температури пласти вугілля поступово генерували вуглеводневі гази, які в умовах подальшого ущільнення вуглевміщувальної товщі мігрували у вміщувальні породи та накопичувались у них у певному обсязі, частково витісняючи воду. У процесі подальшого розвитку басейну вуглевміщувальна товща піддалась здійманню та ерозії в місцях виходу відкладів на денну поверхню. В місцях відсутності пасток, що могли б забезпечити збереження покладів вуглеводнів, відбувалась дегазація відкладів. Глибина повної або часткової дегазації за даними геологічної розвідки зазвичай становить від десятків метрів до понад чотирьох сотень метрів. Нижче цієї зони знаходиться так звана метанова зона, що зазнала меншого впливу від контакту відкладів з поверхнею та зберегла підвищену газонасиченість. Як результат, у пластах пісковиків накопичилась певна кількість метану, проте газонасиченість залишилася невисокою, а в місцях виходу відкладів на денну поверхню вільний газ мігрував вгору по пласту попадаючи в атмосферу. Припустимо, що низькі значення газонасиченості відкладів у межах метанової зони спричинені 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. Подібне припущення підтверджується і збільшенням величини коефіцієнта газонасиченості з глибиною в місцях відсутності сприятливих структурно-тектонічних умов для його накопичення.

Виходячи з вищенаведеного, можна відмітити важливу роль відносної проникності щільних пісковиків Донбасу в умовах насиченості пор колектора як водою, так і газом. Тому у ході проведених досліджень було визначено характер залежності проникності вміщуючих пісковиків для води і для газу від характеру їх газо- та водонасиченості.

При роботі з колекторами у яких одночасно знаходиться два різних флюїди одним з найважливіших параметрів, що впливатимуть на результати припливу в свердловину того чи іншого флюїду, є відносна (фазова) проникність. На жаль, її вивченню на території Донецького басейну свого часу не надавали достатньої уваги, а абсолютна більшість керну вугіль-

них геологорозвідувальних свердловин безслідно втрачена, що унеможлиблює проведення додаткових аналізів сьогодні.

Для вивчення цього питання були проведені попередні дослідження у межах Донецького басейну, а саме на території Красноармійського геолого-промислового району, що розташований у південно-західній його частині (Рисунок 1). Лабораторні аналізи проводились з використанням керну свердловини пробуреної на території вивчення. Стратиграфічно зразки керну 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.

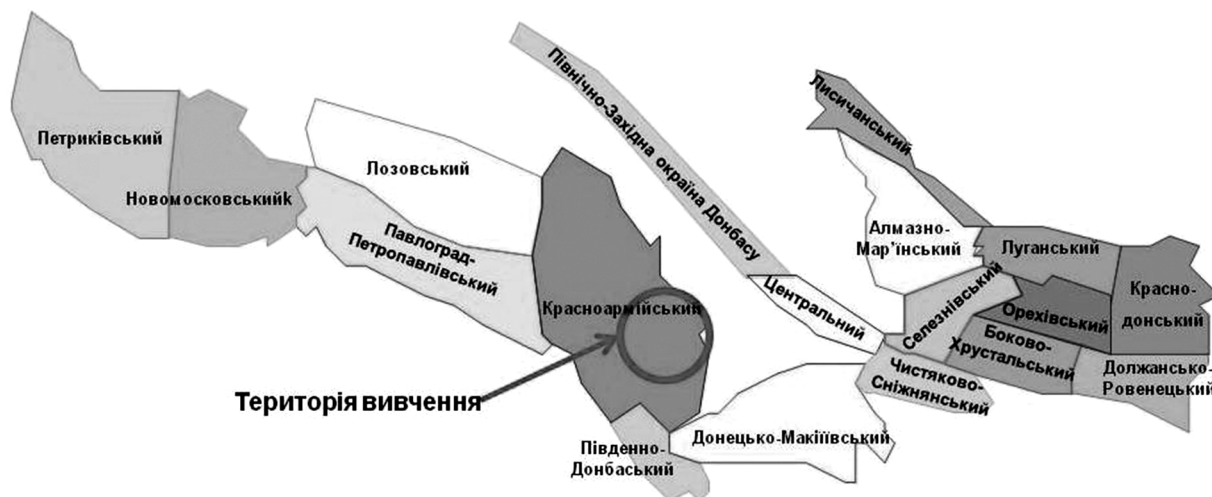


Рисунок 1 – Положення площі робіт

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 вміщувальні породи вивчалися недостатньо, а отримані результати не завжди є остаточними і достовірними, що ускладнює аналіз геологічної інформації та спричинює потребу її ретельнішого вивчення.

На рисунку 2 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. Як видно, залежності проникності порід для газу і води від насиченості колектора є дещо зміщеними у порівнянні з залежностями, які характерні для традиційних колекторів. Для порівняння, аналогічна залежність для промислових пісковиків нафтогазових родовищ України наводиться на рисунку 3 [4]. Подібну 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 45%, відносна проникність для води наближається до нуля. Це свідчить про те, що при такій газонасиченості пластові води стають майже нерухомими і колектор може пропускати через себе в більшості тільки газ.

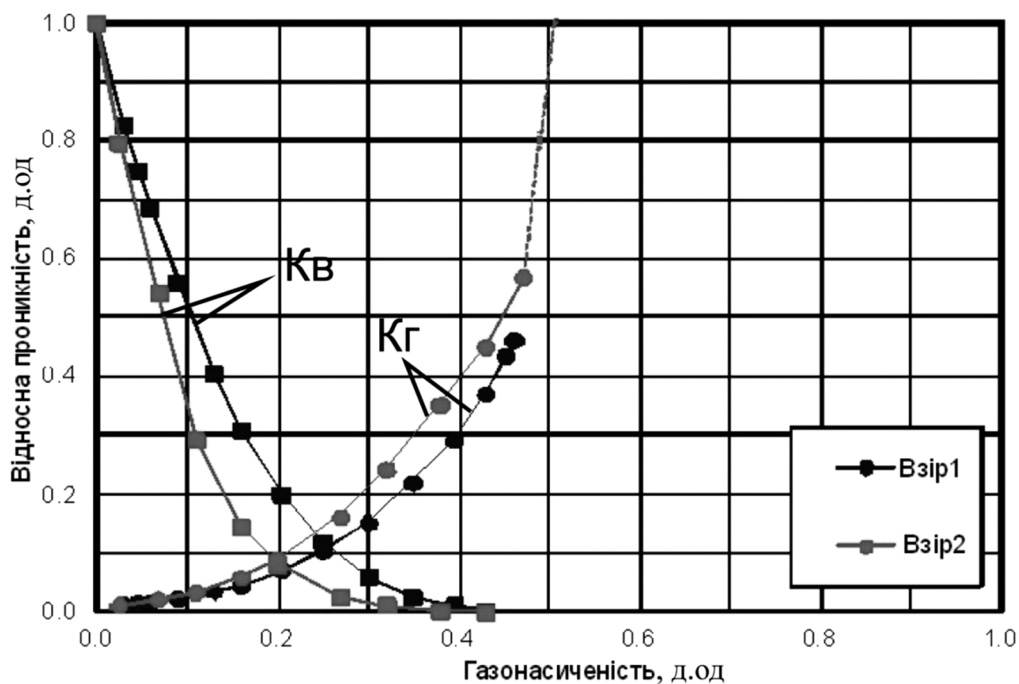


Рисунок 2 – Залежності відносної проникності порід для газу K_{Γ} і води $K_{\text{в}}$ від характеру насичення порового простору, визначені для першого та другого зразків керну.

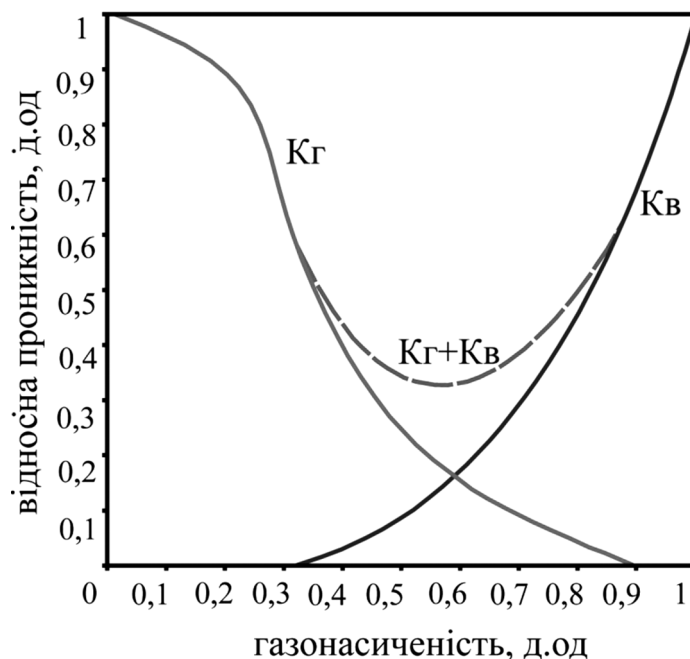


Рисунок 3– Типовий характер залежності відносної проникності порід для газу K_{Γ} і води $K_{\text{в}}$ від насиченості порового простору для колекторів, з яких видобувають нафту і газ.

Проникність для газу і води зрівнюється при газонасиченості колектора 20 – 25 %, тобто навіть при таких малих значеннях газонасиченості колектор ще буде пропускати через себе певну кількість газу і води.

Наведені результати можуть змінити сформовані уявлення про промислове значення газонасиченості для цієї території. Так, 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 надходить переважно газ, що дозволяє істотний об'єм цього газу видобувати на поверхню без додаткового відкачування води. 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 керна матеріалу масштабнішими роботами, можливо буде сформувати нову думку щодо доцільності розробки покладів газу Донецького басейну.

Важливим критерієм виступатиме величина дебіту такої свердловини, адже низька проникність щільних колекторів з високою вірогідністю не зможе забезпечити отримання 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 площі 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 від кількох десятків до 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.

Для Донецького басейну характерні низькі значення фільтраційно-емісійних 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 дегазации шахтних полів, так і з метою його промислового видобутку. За результатами, отриманими з лабораторних досліджень, можна зробити висновки про те, що щільність колекторів у цьому разі в певній мірі грає на руку газовидобувним компаніям. Низька проникність піщаних пластів зменшує рухливість пластових вод у колекторі й створює основні умови для прогнозування перспективності 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.

Список літератури

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