

Олександр ОРЛОВ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
e-mail: san_sanuch_2010@mail.ru

ГЕОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИДОБУВАННЯ ГАЗУ В КАМ'ЯНОВУГІЛЬНИХ БАСЕЙНАХ УКРАЇНИ

Світові запаси вугільного газу, який складається в основному з метану, становлять приблизно 260 трлн м³. У вугільних пластах Донецького і Львівсько-Волинського басейнів його кількість – близько 25 трлн м³. Інтенсивний розвиток видобування метану в Україні є важливим, тому що: по-перше, метан, видобутий із вугільних пластів, стане потужним енергоресурсом у загальному енергобалансі України; по-друге, дегазація вугільних пластів знизить небезпеку роботи шахтарів. Розглянуто геологічні умови залягання газу у вугільних пластах, методи видобування метану з вугілля й особливості заходів у процесі виклику припливу газу з вугільного пласта. Дегазації вугільних пластів певною мірою можна досягнути ударобуровими методами та безпосередньо при бурінні свердловин і видобуванні з них метану.

Ключові слова: метан, вугільні пласти, геологія, шахта.

Запаси газу у вугільних басейнах світу (а він складається із 80–98 % метану) перевищують його запаси, зосереджені в традиційних газових родовищах. За офіційною інформацією, у межах вугільних басейнів, розташованих у Китаї, Росії, США, Австралії, Україні, Польщі, ПАР, Індії, Німеччині, вони становлять 260 трлн м³ (Угольный..., http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=6483&cat_id=&sword=%E3%E0%E7). Україна належить до п'ятірки країн, багатих запасами вугільного газу. Вона володіє двома кам'яновугільними басейнами: Донецьким, де зосереджено 92 % вугільних запасів, та Львівсько-Волинським – 8 %. Загальні запаси метану в кам'яновугільних басейнах України оцінюються у 25 трлн м³ (Угольный..., http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=6483&cat_id=&sword=%E3%E0%E7; Метановые миллиарды, <http://minprom.ua/page2/news38408.html>). На жаль, в Україні видобування та утилізація метану з вугільного газу знаходиться на рівні побічної діяльності деяких шахт, хоча перші кроки в цьому напрямі в Донбасі були зроблені ще в 30-х роках минулого століття.

Осадова товща Донбасу складена відкладами девону, карбону, пермі, тріасу, юри, крейди, палеогену–неогену й антропогену. Найбільш цікавими для енергетично-паливної галузі є відклади кам'яновугільної системи, у якій виокремлюють усі три відділи. Загальна товщина карбонових відкладів у центральній частині Донбасу в межах окремих западин (котловин) сягає 18 км, зменшуючись до 5 км на ділянках підняття.

Упродовж геологічної історії осадонагромадження карбонових відкладів у Донбасі циклічно змінювалися тектонічний режим і палеогеографічні

умови осадоногодження, що приводило до постійної зміни глибини моря, і навіть, перерв у нагромадженні морських відкладів. Унаслідок цього сформувалася багатопластова товща порід, складена шарами і прошарками теригенних порід (аргілітів, алевролітів, пісковиків та вапняків) із пластами та прошарками вугілля.

У тектонічному плані Донбас – це великих розмірів синклінорій, що простягається з північного заходу на південний схід між Воронежським масивом й Українським кристалічним щитом. Він сформувався внаслідок дії герцинського тектоногенезу і ускладнювався під дією тектонічних рухів у земній корі в мезозойській і кайнозойській час. У структурному плані в межах синклінорію основним тектонічним елементом є Головна антикліналь, до якої з північного боку прилягає Головна синкліналь, розділена поперечним підняттям на дві приопущені частини: Боково-Хрустальну синкліналь, яка поступово переходить у Бахмутську западину, і Должансько-Садкінську синкліналь. Із півдня Головна антикліналь межує з Кальміус-Торецькою, Чистяковською і Шахтинською синкліналями, ускладненими структурами більш високого порядку.

Промисловий видобуток вугілля в Донецькому кам'яновугільному басейні розпочався наприкінці XIX ст., хоча про “чорне каміння”, яке можна спалювати, люди, що жили на цій території, знали ще в XVII ст. Донбас, територія якого дорівнює 60 тис. км², простяганням у 650 км з північного заходу на південний схід і шириною до 200 км, є головною паливно-енергетичною базою України. У кам'яновугільній товщі карбонового віку нараховується до 310 пластів вугілля робочої та неробочої товщини: 95 пластів належить до нижнього, 200 – до середнього і 15 – до верхнього карбону. Товщина робочих (промислових) пластів вугілля коливається здебільшого від 0,5 до 1,8 м. Але трапляються також вугільні пласти з товщиною 2–2,5 м. Вугілля Донбасу утворилося в основному з гумусового матеріалу. Хоча є й таке, походження якого пов'язане з гумусо-сапропелевою органічною речовиною, але воно трапляється зрідка у вигляді лінз і дрібних прошарків. Встановлено, що вміст газів у пластах вугілля зменшується з північного заходу на південний схід. Максимальною дислокованістю кам'яновугільні відклади характеризуються в Донецькому, Макіївському, Єнакієвському, Котовському районах. У Смежанському, Боково-Хрустальному і Несветаєвському районах дислокованість відкладів карбону менша.

В осадовій товщі Донбасу водоносними горизонтами є пісковики та тріщинуваті вапняки карбону, товщина яких іноді сягає декількох десятків метрів і більше. Водоносні пісковики присутні також у крейдових та третинних відкладах. При пересіканні водоносних горизонтів гірничими виробками (шахтами, квершлагами, штреками тощо) утворюються умови, які сприяють їхньому обводненню. Приплив води іноді сягає сотень кубічних метрів за годину. Нижче глибини 600 м припливи води у виробки зменшуються. В осадовій товщі Донбасу виявлено понад 130 водоносних горизонтів, що витримуються майже в регіональному масштабі і постійно потребують відкачування води при проведенні робіт (Метановые миллиарды, <http://minprom.ua/page2/news38408.html>; Донецкий..., <http://ru.wikipedia.org/wiki/>; Донецкий..., <http://donbass2009/01/07/doneckyjj-bassejjn.html>).

У межах Львівського палеозойського прогину розташований Львівсько-Волинський кам'яновугільний басейн, площею 10 тис. км². У геологічному відношенні, це полого монокліналь, що поступово опускається в північно-західному напрямку. Західна частина Львівсько-Волинського басейну знаходиться на території Польщі, де його називають Люблінським. Вугленосні відклади належать до товщі нижнього і середнього карбону, де зосереджено до 60 пластів кам'яного вугілля, товщиною 0,5–1 м. Початкові геологічні ресурси вугілля у Львівсько-Волинському кам'яновугільному басейні становили 2,1 млрд тонн. На сьогодні ресурси басейну, імовірно, вироблені всього на половину. Вугілля тут двох марок: Газове – 92 %, Жирне – 8 %. Глибини залягання вугільних пластів невеликі – від 300 до 650 м. Видобуток вугілля в басейні нестабільний і в останні роки коливається в межах 10–20 млн тонн у рік. 2010 р. видобуток становив 14 млн тонн (Кушнирук, 1978; Львовско-Волинский..., <http://ru.wikipedia.org/wiki/>; Львовско-Волинский бассейн, <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1012942>).

Існує два методи видобутку вугільного метану: 1 – шахтний, тобто безпосередньо із шахт, коли, постійною вентиляцією повітрям гірничих виробок, вугільний газ виходить на поверхню, де його відокремлюють від повітря; 2 – із вугільних пластів, шляхом буріння спеціальних свердловин із денної поверхні.

Шахтний метод одержання газу з вугілля входить у процес видобутку вугілля, оскільки завдяки виносу метану з гірничих виробок зменшується його концентрація в шахті, що запобігає вибухові метану в шахтах. У Донбасі загальний видобуток метану цим методом не перевищує 120 млн м³/рік і його вистачає тільки для власних потреб шахт.

Метод видобування метану з вугільних пластів з допомогою буріння спеціальних свердловин є доволі масштабним і може забезпечити постачання метану як палива промисловим підприємствам. Так, у США видобування метану цим методом 2010 р. сягнуло 60 млрд м³. Промислове видобування метану таким способом розпочато також в Австралії, Китаї, Канаді, Німеччині. За прогнозами експертів США, видобування метану з вугільних пластів 2020 р. у їхній країні може досягти 100–150 млрд м³/рік (Угольный..., http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=6483&cat_id=&sword=%E3%E0%E7).

Головною геологічною особливістю умов зосередження метанових нагромаджень у вугільних пластах є те, що у звичайних (традиційних) покладах газ перебуває у вільному стані в порах колекторів (до прикладу, у пісковиках), у порожнинах тріщинних вапняків тощо, а у вугільних пластах метан сорбований вугіллям або перебуває в затиснутому стані в кліважних мікротріщинах. Із звичайного колектора, після розкриття його свердловиною, газ рухається догори стовбуром свердловини під дією пластового тиску в колекторі, тоді як у пласті вугілля для руху метану необхідно, зазвичай, спочатку створити додаткову тріщинуватість для того, щоб у пласті вугілля тиск знизився та розпочався вихід газу з мікротріщин. Це досягається, як правило, гідророзривами вугільних пластів. Але слід ураховувати те, що, на відміну від традиційних колекторів, де гідророзривна рідина підтримує розкритість тріщин, для одержання газу з вугільного пласта з нього потрібно відкачати рідину гідророзриву, а також і певний об'єм пластової води, щоб зменшити

тиск у вугільному пласті, що призводить до десорбції метану з вугілля і його переходу у вільний рухомий стан. Таким чином, створення депресії у вугільному пласті активізує рух метану гідророзривними тріщинними каналами пластом до найбільш депресованого місця, тобто до свердловини. Тому з початку відкачування води зі свердловини вміст газу в продукції, що одержується, поступово збільшується, оскільки збільшується депресія в привибійній зоні вугільного пласта. Якщо затиснуту в пласт гідророзривну рідину повністю відкачати, за певний час дебіт газу поступово стабілізується. Але якщо вода далі надходить у свердловину із відкладів, які містять вугільний пласт, а саме водоносних пісковиків, вапняків тощо, для одержання дебіту чистого газу необхідно застосовувати методи ізоляції водоносних пластів і пропластків (Амиров и др., 1979; Патент UA 89738, 2009).

Геологічною особливістю розвідки і видобування газу із вугільних пластів є також те, що загалом з них можна одержати промислові дебіти газу з глибин, нижче зони аерації, яку працівники вугільної промисловості називають “зоною газового вивітрювання”. Її товщина іноді сягає понад 250 м, залежно від щільності і ступеня порушення порід, які її складають.

Економічне й екологічне значення великомасштабного видобування метану в кам'яновугільних басейнах шляхом буріння свердловин, до прикладу в Україні, полягає в тому, що, по-перше, з'являється можливість значно збільшити видобування газу в країні і бути менш залежними від імпортерів; по-друге, це дасть можливість знизити об'єми газу, що викидають в атмосферу без утилізації, що дуже важливо для екології, а також забезпечить часткове зниження податків за екологічними квотами в еквіваленті викидів в атмосферу парникових газів. За даними Мінвуглепрому України (2009 р.), згідно з процедурою Кіотського протоколу, зниження викидів шахтного газу в еквіваленті угарного газу на 500 млн тонн дасть Україні економію до 4 млрд доларів США (Метановые миллиарды, <http://minprom.ua/page2/news38408.html>).

Але найголовнішою проблемою постійного вилучення газу з вугільних пластів є висока небезпека розроблення вугільних пластів, а саме непередбачувані раптові викиди газу і вугілля, що призводить до вибухів, пожеж та завалів вугільних лав у гірничих виробках і становить загрозу життю шахтарів. Приблизно 200 шахт, тобто 87 %, у Донбасі є вибухонебезпечними, особливо в центральному районі: Юний комунар (Юнком) і Красний Профінтерн. Варто зазначити, що проблему розроблення методів прогнозу та попередження непередбачуваних викидів газу і вугілля в шахтах вивчають майже 100 років. Упродовж 1952–1953 рр. авторів статті довелося працювати на опорних пунктах шахт Красний Профінтерн і Юнком з вивчення причин непередбачуваних викидів газу і вугілля (від Макіївського науково-дослідного інституту). Тут проводили буріння горизонтальних шпурів у міру розроблення вугільних пластів і спостерігали за зміною тисків. Аналіз одержаних даних і їхнє зіставлення з результатами дослідження аномально високих пластових тисків у нафтогазоносних регіонах України дозволили дійти висновків, що у вугільних пластах Донбасу непередбачувані викиди газу і кам'яного матеріалу пов'язані з напруженнями в склепіннях малих локальних складок, флексур та перетисканнях вугільних пластів і що перевищення швидкості просування лави при видобуванні вугілля є небезпечним щодо раптових ви-

кідів напірного газу і вугілля (Орлов, 1980; Тарасов, Орлов, 1980). Цікаво, що з метою дегазації вугільних пластів у шахті Юнком 16.09.1979 р. на глибині 903 м у товщі масивного пісковика був застосований ядерний вибух потужністю до 0,3 Кт. Об'єкт вибуху назвали геологічним терміном "Кліваж". Роботи проводилися інститутом ВНИПИПРОМТЕХНОЛОГИЙ (Ядерный..., <http://ru.wikipedia.org/wiki/>).

Сьогодні в ЗМІ з'явилася версія, що ядерний вибух 1979 р. на шахті Юнком був випробуванням ядерної зброї (Ядерный..., <http://ru.wikipedia.org/wiki/>). Із цієї версією важко погодитися. У 70-х роках минулого століття в США і колишньому СРСР був пік випробувань ядерних вибухів з "мирною метою". Були випробувані ядерні вибухи (потужністю до 13 Кт) навіть у нафтових і газових родовищах для підвищення дебітів нафти і газу із традиційних колекторів. На двох родовищах, а саме в Передкавказзі і Тімано-Печорській нафтогазоносній провінції, були одержані результати підвищення дебітів із нафтогазових пластів у понад 1,5 раза. 1972 р. в Україні застосовувався ядерний вибух з метою погашення пожежі дуже сильного аварійного газового фонтану на родовищі Христище. Щодо шахти Юнком, то після ядерного вибуху викиднебезпечність газу з вугілля тут зменшилася втричі, і шахта пропрацювала ще 20 років.

Після 1988 р. ядерні вибухи з "мирною метою" на території СНД не проводили через їхню високу небезпеку (Ядерный..., <http://ru.wikipedia.org/wiki/>; Ядерный..., [http://blogs.mail.ru/bK/yfnfbz-09/tag/%DD%ED%EA%EE%EC](http://blogs.mail.ru/bK/yfnfbz-09/tag/%DD%ED%EA%EE%EC;); Мирные..., <http://nuclearno.ru/text.asp?12096>). Справа в тому, що 90 % радіоактивних продуктів після ядерних вибухів залишаються у склоподібному розплаві, який образно називають "силікатною пляшкою". Із часом унаслідок тектонічних рухів така "пляшка" у земній корі може стати негерметичною і радіоактивна речовина буде проникати у вмісні породи, у т. ч. і водоносні горизонти, що неприпустимо для довкілля. Дегазацію вугільних пластів без радіоактивного забруднення надр можна активізувати звичайними буро-вибуховими методами, описаними в літературі (Амиров и др., 1979).

Можна також запропонувати експериментальне використання способу вибухового гідророзриву пласта, запатентованого в Україні (Патент UA 47994, 2002). Його суть полягає в тому, що в привибійну зону пласта закачується не водяний розчин, як при гідророзриві пласта, а ракетне рідинне паливо, яке не є вибуховим. Вибух палива і потужний струс порід здійснюються подачею каталізатора через насосно-компресорні труби.

Амиров А. Д., Каранетов К. А., Лемберанский Ф. Д. Справочная книга по текущему и капитальному ремонту нефтяных и газовых скважин. – М. : Недра, 1979. – 309 с.

Донецкий каменноугольный бассейн. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/> (просмотрено 09.07.11 11:16:28).

Донецкий угольный бассейн: <http://donbass2009/01/07/doneckyjj-basseijn.html> (просмотрено 09.07.11 11:05:52).

Кушнирук В. А. Газоносность угленосной толщи Львовско-Волынского угольного бассейна. – Киев : Наук. думка, 1978. – 117 с.

Львовско-Волынский бассейн: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse104983/%D0%9B%D1%8C%D0%b2%...> (просмотрено 09.07.11 11:46:40).

Львовско-Волынский каменноугольный бассейн: <http://ru.wikipedia.org/wiki/> (просмотрено 09.07.11 11:44:39).

Метановые миллиарды. – Режим доступа: <http://minprom.ua/page2/news38408.html> (просмотрено 28.08.11 12:59:08).

Мирные ядерные взрывы СССР. – Режим доступа: <http://nuclearno.ru/text.asp?12096> (просмотрено 04.09.11 14:25:30).

Орлов А. А. Аномальные пластовые давления в нефтегазоносных областях Украины. – Львов : Вища школа, 1980. – С. 140–148.

Тарасов Б. Г., Орлов А. А. Прогнозирование ударо-взрывоопасности в массивных горных породах // Безопасность труда в промышленности. – М. : Недра, 1980. – № 12. – С. 23–25.

Угольный метан: перспективы добычи и использования. – Режим доступа: http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=6483&cat_id=&sword=%E3%E0%E7 (просмотрено 28.08.11 13:29:05).

Ядерный взрыв в Донецкой области: <http://ru.wikipedia.org/wiki/> (просмотрено 04.09.11 04:09:18).

Ядерный взрыв в Енакиево: <http://blogs.mail.ru/bK/yfnfbz-09/tag/%DD%ED%EA%EE%EC> (просмотрено 28.08.11 19:50:33).

Патент UA 89738. Спосіб селективної ізоляції водоносних прошарків в тонкошаруватих піщано-глинистих газоводосносних товщах / О. О. Орлов, О. М. Чорний, В. В. Говдун, А. В. Локтев. – Заявл. 29.02.09 ; опубл. 27.02.10, Бюл. № 8. – 6 с.

Патент UA 47994. Спосіб гідровибухового розриву пласта / О. О. Орлов, О. М. Трубенко, А. В. Локтев, В. Г. Омельченко. – Заявл. 28.02.02 ; опубл. 15.07.02, Бюл. № 7. – 4 с.

Стаття надійшла
17.04.12

Oleksandr ORLOV

GEOLOGICAL FEATURES OF GAS PRODUCTION IN THE COAL POOLS OF UKRAINE

World reserves of coal bed methane, consisted in general of methane, are estimated in the value of 260 trln m³. In the Donets and Lviv-Volhyn basin's coal beds are estimated about 25 trln m³. Intensive development of coal bed methane production in Ukraine is an actual problem because of the two reasons: 1) the produce of methane from coal beds will become powerful energy resource in general power energy balance of our country; 2) degassing of coal beds will reduce the danger of the miner's works in the mine.

And this is very good for people, working there. In the article are cited basic geological terms of gas bedding in the coal beds, methods of coal bed methane produce from coal layers and features of measures in the process gas yield cause from coal layer. There is pointed the information about the nuclear explosion within the Unkom mine in 1979, with the purpose of coal beds degassing and also about other explosions in peaceful goals, that was realized in Soviet Union and USA because of geological and technical problem solving, that is very dangerous, when you look at this in ecological aspect. Besides, coal beds degassing in certain degrees can be reached at chock-drillings and directly while well-drilling and methane's production from there.