

# Актуальні питання нафтогазової галузі

УДК 552.578.18

## ГЕОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВІДКИ І РОЗРОБКИ ПОКЛАДІВ ВУГІЛЬНОГО ГАЗУ

О.О. Орлов

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 242027, 712150,  
e-mail: san\_sanuch\_2010@mail.ru

Світові запаси вугільного газу, який складається, в основному, з метану, оцінюються до 260 трлн м<sup>3</sup>, зокрема у вугільних пластах Донецького і Львівсько-Волинського басейну – до 25 трлн м<sup>3</sup>. Інтенсивний розвиток видобування метану в Україні є актуальною проблемою з двох причин: по-перше, видобуток метану з вугільних пластів стане потужним енергоресурсом у загальному енергобалансі України; по-друге, дегазація вугільних пластів знизить небезпеку роботи шахтарів під час видобування вугілля. Розглядаються геологічні умови залягання газу у вугільних пластах, методи видобування метану з вугілля і особливості заходів в процесі виклику припливу газу з вугільного пласта. Наводиться інформація про проведення ядерного вибуху на шахті Юнком з метою дегазації вугільних пластів, що є дуже небезпечним в екологічному відношенні, адже дегазація вугільних пластів певною мірою може бути досягнута при бурінні свердловин і видобутку з них метану.

Ключові слова: метан, вугільні пласти, геологія, шахта

Мировые запасы угольного газа, который состоит, в основном, из метана, оцениваются до 260 трлн м<sup>3</sup>. В Донецком и Львовско-Волинском угольных бассейнах – до 25 трлн м<sup>3</sup>. Интенсивное развитие добычи метана на Украине является актуальной проблемой по двум причинам: во-первых, добыча метана из угольных пластов станет мощным энергоресурсом в общем энергобалансе Украины; во-вторых, дегазация угольных пластов повысит безопасность работ шахтёров при добыче угля. Рассматриваются геологические условия залегания газов в угольных пластах, методы добычи метана из угля и особенности вызова притока газа из угольного пласта. Приводится информация о проведении ядерного взрыва на шахте Юнком с целью дегазации угольных пластов, что очень опасно в экологическом отношении. К тому же дегазация угольных пластов в определённой степени может быть достигнута при бурении скважин и добычи из них метана.

Ключевые слова: метан, угольные пласты, геология, шахта.

The reserves of coal gas in the world, which mainly consist of methane, are estimated up to 260 trln m<sup>3</sup>. In the Donetsk and Lviv-Volyn basin coal beds are estimated nearly 25 trln m<sup>3</sup>. Intensive development of methane production in Ukraine is an actual problem because of two reasons: 1 - the production of methane from coal beds will become a powerful energy resource in total power balance of our state; 2 - coal beds degassing will reduce the danger of the miners' work in coal production. The article deals with the geological conditions of gas occurrence in coal beds, methods of methane recovery from coal and specific measures applied during the process of causing gas yield from the coal bed. Given is the information about the nuclear explosion in the Unkom mine, with the purpose of coal beds degassing, which is very dangerous in the ecological aspect. Besides coal beds degassing can be to certain degree reached in well-drilling and methane production.

Keywords: methane, coal beds, geology, mine.

Здавна відомо, що в кам'яновугільних басейнах зосереджені дуже великі об'єми газу, який на 80-98% складається з чистого метану. Присутні також сірководень, оксид вуглецю та ін. Світові запаси метану у вугільних пластах перевищують запаси природного газу в традиційних родовищах. В межах вугільних басейнів, що розташовані на територіях Китаю, Росії, США, Австралії, України, Польщі, ЮАР, Індії,

Німеччини, запаси метану дорівнюють 260 трлн м<sup>3</sup> [1]. Україна входить до п'ятірки країн, багатих запасами вугільного метану, але на даний момент в Україні видобуток та утилізація вугільного метану знаходиться на рівні побічної діяльності деяких шахт, хоча перші кроки в цьому напрямку в Донбасі зроблено ще в 30-х роках минулого століття [2].

Україна володіє двома кам'яновугільними басейнами: Донецьким (Донбас), де зосереджено 92% вугільних запасів України, та Львівсько-Волинським – 8% запасів вугілля (який в Західно-Європейських країнах називають Люблінським).

Осадова товща Донбасу складена відкладами девону, карбону, пермі, тріасу, юри, крейди, палеоген-неогену і антропогену. Для енергетично-паливної галузі України основний інтерес представляють відклади карбону, в яких виділяють всі три відділи цієї системи. Загальна товщина карбонівих відкладів в центральній частині Донбасу в межах окремих западин (котловин) сягає 18 км, зменшуючись до 5 км на ділянках підняття.

Протягом всієї геологічної історії осадо накопичення карбонівих відкладів у Донбасі циклічно змінювався тектонічний режим і палеогеографічні умови осадо накопичення, що призводило до постійної зміни глибини моря. Як результат цього, в Донбасі сформувалась багатопластова товща порід з шарами і прошарками аргілітів, алевролітів, пісковиків, вапняків і вугілля.

Промисловий видобуток вугілля в Донецькому кам'яновугільному басейні розпочався наприкінці XIX століття, хоча «чорне каміння», яке можна спалювати, було відоме людям, які жили на цій території, вже в XVII столітті. Територія донбасу площею 60 тис км<sup>2</sup>, простяганням у 650 км з північного заходу на південний схід і шириною до 200 км є основною паливно-енергетичною базою України. В кам'яновугільній товщі карбонатного віку налічується до 310 пластів вугілля робочої та неробочої товщини, серед яких 95 пластів відносяться до нижнього карбону, 200 пластів – до середнього і 15 – до верхнього карбону. Товщина робочих (промислових) пластів вугілля в Донбасі коливається в межах від 0,5 до 1,8 м. Але зустрічаються також вугільні пласти, товщина яких сягає 2-2,5 м [3].

Вугілля Донбасу утворилося, в основному, з гумусового матеріалу. Вугілля, походження якого пов'язано з сапропелевою органічною речовиною, зустрічається зрідка у вигляді лінз та дрібних прошарків. Встановлено закономірність зменшення вмісту газів у пластах вугілля Донбасу з північного заходу на південний схід.

В тектонічному відношенні Донбас є великих розмірів синклінорієм, що простягається в напрямку з північного заходу на південний схід між Воронезьким масивом і Українським кристалічним щитом. Він сформувався у результаті дії герцинського тектоногенезу і ускладнювався під дією тектонічних рухів у земній корі в мезозойській і кайнозойській час. В структурному плані в межах синклінорії основним тектонічним елементом є Головна антикліналь. Вона на півночі межує з Головною синкліналлю, яка поділяється поперечним підняттям на дві приопущені частини: Боково-Хрустальну синкліналь, яка поступово переходить у Бахмутську котловину і Должансько-Садкінську синкліналь. На півдні Головна антикліналь межує з

Кальміус-Торецькою, Чистяковською і Шахтинською синкліналями. Кожна з вказаних структур ускладнюється структурами більш високого порядку.

Максимальною дислокованістю кам'яновугільні відклади характеризуються в Донецькому, Макіївському, Єнакієвському, Котовському районах. В Смежанському, Боково-Хрустальному та 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. Зустрічаються також водоносні пісковики в крейдових і третинних відкладах. При перетині водоносних горизонтів гірничими виробками (шахтами, квершлагами, штреками тощо), утворюються умови, які сприяють їх обводненню. Приплив води іноді сягає сотень кубічних метрів за годину. Нижче глибини 600 м припливи води в виробки зменшуються. В осадовій товщі Донбасу виявлено понад 130 водоносних горизонтів, що витримуються майже в регіональному масштабі і постійно потребують відкачування води у ході проведення земляних робіт.

На даний час існує два методи видобутку вугільного метану: шахтний, тобто безпосередньо з шахт, коли постійною вентиляцією повітрям гірничих виробок, вугільний газ надходить на поверхню з подальшим відділенням його від повітря; видобуток метану з вугільних пластів, шляхом буріння спеціальних свердловин з денної поверхні.

Шахтний метод одержання газу з вугілля входить до процесу видобутку вугілля, оскільки завдяки винесенню метану з гірничих виробок досягається мета – зменшення його концентрації в шахті, що є превентивним заходом щодо запобігання вибуху метану. Одержаного шахтно-вентиляційним методом метану з гірничих виробок шляхом сепарації його з повітря на поверхні, в основному, вистачає тільки для забезпечення власних потреб на шахтах. Видобування метану з вугільних пластів бурінням спеціальних свердловин може стати достатньо масштабним в Україні для постачання метану як палива промисловим підприємствам. Так, у США видобуток метану свердловинним методом у 2010 р. сягнув 60 млрд м<sup>3</sup>. Промислове видобування метану з вугільних пластів свердловинним методом розпочато в Австралії, Китаї, Канаді, Німеччині. Згідно з прогнозами експертів США, видобуток метану з вугільних пластів у 2020 р. у цій країні може сягнути 100-150 млрд м<sup>3</sup>/рік [1].

Головною геологічною особливістю умов метанових накопичень у вугільних пластах є те, що в традиційних покладах газ знаходиться у вільному стані в порах колекторів (наприклад, у пісковиках, ніздрюватих вапняках тощо), а у вугільних пластах метан сорбований, або знаходиться у затиснутому стані у кліважних мікротріщинах. Із звичайного колектора газ, після розкриття його свердловиною, рухається угору стовбуром свердловини під дією пластового

тиску, у той час як у пласті вугілля для руху метану необхідно, як правило, спочатку створити додаткову тріщинуватість з метою дегазації мікротріщин. Це досягається проведенням гідророзривів у свердловинах в інтервалах вугільних пластів з подальшим викачуванням рідини гідророзривів та пластових вод, що впливає на зниження тиску у вугільному пласті. Зниження тиску у вугільному пласті призводить до десорбції метану з вугілля і переходу його у вільний рухомий стан. Він починає рухатися гідророзривними тріщинними каналами по пласту до найбільш депресованого місця, тобто свердловини, і підіймається угору. Тому з початку процесу відкачування води з свердловини вміст газу в продукції, що одержується, поступово збільшується, так як збільшується депресія у привибійній зоні вугільного пласта. Через певний час, якщо затиснута в пласт при гідророзриві рідина закінчилася, за рахунок відкачки у свердловині поступово стабілізується дебіт газу. Але, у випадку, коли вода у свердловину поступає з вміщуючих вугільний пласт відкладів (обводнених пісковиків, вапняків тощо), для одержання з свердловини дебіту чистого газу необхідно застосовувати методи ізоляції водоносних пластів і пропластків [4, 5].

Іншою геологічною особливістю розвідки і видобування газу із вугільних пластів є те, що загалом із них можна одержати промислові дебіти газу з глибин, нижчих зони аерації, яка у працівників вугільної промисловості називається «зоною газового вивітрювання». Товщина цієї зони іноді сягає 250 і більше метрів і залежить від щільності і ступеня порушення порід, які її складають [1, 2, 3].

Економічне і екологічне значення великомасштабного видобування метану в кам'яновугільних басейнах України полягає в тому, що, по-перше, виникає можливість значно збільшити видобуток газу в країні і бути менш залежними від імпортерів газу; по-друге, видобування з вугілля метану в Україні дасть можливість знизити об'єми газу, що викидаються в атмосферу без утилізації, що дуже важливо для екології, а також, можливо, забезпечить часткове зниження податків за екологічними квотами в еквіваленті викидів в атмосферу парникових газів. За даними Мінвуглепрому (2009 р.) згідно з процедурою Кіотського протоколу зниження викидів шахтного газу в еквіваленті угарного газу на 500 млн т, може забезпечити Україні економію до 4 млрд доларів США [2].

Але найголовніше в проблемі постійного вилучення газу з вугільних пластів, на наш погляд, є вирішення проблеми підвищення безпеки робіт шахтарів. В Донбасі майже всі шахти мають високу небезпеку розробки вугільних пластів щодо неочікуваних, раптових викидів газу і вугілля, що призводить до вибухів і пожеж в гірничих виробках. Близько 200 шахт (87%) в Донбасі є вибухонебезпечними. Лише в шахтах Ровеньковсько-Антрацитовського району розробка вугілля не супроводжується викидами газу, у всіх інших районах Донбасу ша-

хтарі працюють в умовах підвищеної вибухонебезпеки.

Найбільш небезпечні шахти знаходяться в центральному районі Донбасу, такі як Юний комунар (Юнком) і Красний профінтерм. Слід сказати, що проблема розробки методів прогнозування і попередження неочікуваних викидів газу і вугілля на вказаних шахтах вивчається вже понад 100 років. У 1952–1953 роках автору статті довелося працювати на Опорних пунктах з вивчення причин і розробки засобів прогнозу неочікуваних викидів газу і вугілля в шахтах Юнком і Красний профінтерм від Маківського науково-дослідного інституту. Проводилися буріння горизонтальних шпурів у лаві і спостерігалися в них зміни тиску у міру розробки вугільних пластів, вивчалися щільність і наявність сорбованого газу у відібраних взірцях вугілля. Пізніше аналіз одержаних даних у ході досліджень в лавах шахт Юнком і Красний профінтерм і результатів досліджень напруг в масивах гірських порід Дніпровсько-Донецької западини, Передкарпатського прогину та Півдня України дозволили нам зробити висновки, що у вугільних пластах Донбасу неочікувані викиди газу і кам'яного матеріалу пов'язані з напругами у склепіннях локальних складок, у флексурах і у перетисках вугільних пластів тощо, а завищена швидкість просування лави при видобуванні вугілля може призводити до раптових викидів напірного газу і вугілля [6, 7].

З метою дегазації вугільних пластів у шахті Юнком 16.09.1979 р. на глибині 903 м в похилій виробці в товщі масивного пісковика, який перекиривався штучними залізобетонними прокладками, був застосований ядерний вибух потужністю до 0,3 Кт. Об'єкт вибуху був названий геологічним терміном «Кліваж». Роботи проводились інститутом ВАНПІПРОМТехнологія [8].

Сьогодні деякі журналісти ядерний вибух в 1979 р. на шахті Юнком пов'язують з випробуванням ядерної зброї [9]. З цієї версією важко погодитись. В 70-х роках минулого століття в США і колишньому СРСР був пік випробувань ядерних вибухів у так званих «мирних цілях» [10]. Ядерні вибухи випробовувались навіть у традиційних нафтових і газових родовищах потужністю до 13 Кт з метою підвищення дебітності нафти і газу з пластів традиційних колекторів. На двох родовищах, а саме у Передкавказзі і в Тімано-Печорській нафтогазоносній провінції, були одержані результати підвищення дебітів з нафтогазових пластів у 1,5 рази більше. У 1972 році в Україні застосовувався ядерний вибух з метою погашення пожежі дуже сильного аварійного газового фонтану на родовищі Христище. В шахті Юнком після ядерного вибуху викидо-небезпечність газу і вугілля зменшилась втричі. Шахта пропрацювала ще 20 років.

Після 1988 р. ядерні вибухи у «мирних цілях» на території СНД не проводились [10]. Були зроблені висновки про високу небезпечність проведення ядерних вибухів у земній корі, тому що 90% радіоактивних продуктів після

цих вибухів залишаються всередині склоподібного розплаву, який образно називають «силікатною пляшкою». З часом в результаті тектонічних рухів дана «силікатна пляшка» в земній корі може розгерметизуватись, і радіоактивна речовина буде проникати у вміщуючі породи, у тому числі і водоносні горизонти, що, з погляду на екологічну ситуацію, неприпустимо. Дегазацію вугільних пластів без радіоактивного забруднення надр можна активізувати звичайними буровибуховими методами, описаними в літературі [11]. Наприклад, можна запропонувати експериментальне використання способу вибухового гідророзриву пласта, ідея якого запатентована нами в Україні у 2002 р. Суть методу полягає в тому, що у привибійну зону пласта закачується не водяний розчин, як це робиться при гідророзриві пласта, а ракетне рідинне паливо, яке саме по собі не є вибуховим. Потім подається каталізатор, що призводить до вибуху ракетного палива і потужного струсу гірничого масиву.

Крім Донбасу, на території України в межах Львівсько-палеозойської западини розташований Львівсько-Волинський вугільний басейн площею 10 тис. км<sup>2</sup>.

У геологічному відношенні басейн є половою монокліналлю, що поступово опускається в північно-західному напрямку. Західна частина Львівсько-Волинського басейну (Люблінського вугільного басейну) знаходиться на території Польщі. Вугленосні відклади відносяться до товщі нижнього і середнього карбону, де зосереджено до 60 кам'яновугільних пластів товщиною 0,5–1 м. Геологічні ресурси вугілля складають 2,1 млрд т, балансові запаси на 1985 р. – 1,058 млрд т. Вугілля двох марок: Газове-92% і Жирне-8%. Глибини залягання вугільних пластів – 300–650 м. Видобуток вугілля – нестабільний і у 2010 р. склав 14 млн т [12, 13, 14].

На даний час загальні запаси газу Донецького і Львівсько-Волинського вугільних басейнів оцінюється в 25 трлн м<sup>3</sup> [1, 2]. У Донецькому кам'яновугільному басейні на даний час у невеликих кількостях метан видобувається, в основному, методом винесення його на поверхню при вентиляції шахт. Однак цим методом на сьогодні можна видобувати тільки до 120 млн м<sup>3</sup> газу на рік, що менше на 0,5% від потреби газу в Україні [2]. В даний період часу в Донбасі розпочали геологорозвідувальні роботи для вирішення проблеми видобування вугільного газу з свердловин. Це, з одного боку, дозволить знизити вкрай високу небезпеку робіт в шахтах Донбасу, а, з іншого, видобуток метану з вугільних пластів стане потужним енергоресурсом у загальному енергобалансі України. Оскільки у Львівсько-Волинському басейні вугільні пласти мають полого (майже горизонтальне) залягання, на невеликих глибинах, ймовірно, доцільно випробувати американську технологію видобутку сланцевого газу горизонтальними свердловинами.

1 Угольный газ: перспективы добычи и использования: [http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n\\_id=6484](http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=6484)

2 Метановые миллиарды:

<http://minprom.ua/articles/38408.html>

3 Донецкий угольный бассейн:

<http://www.mining-enc.ru/d/doneckij-bassejn/>

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

5 Патент UA, 89738. Спосіб селективної ізоляції водоносних прошарків в тонкошаруватих піщано-глинистих газо водоносних товщах / Орлов О.О. Чорний О.М., Говдун В.В., Локтев А.В. – Бюл. № 8. – 2009. – 4 с.

6 Орлов А.А. Аномальные пластовые давления в нефтегазоносных областях Украины / А.А. Орлов. – Львов: Изд. при Львов. гос. университете «Вища школа», 1980. – С. 140-148.

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

8 Ядерный взрыв в Донецкой области:

<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%>

9 Ядерный взрыв в Енакиеве:

<http://blogs.mail.ru/bK/yfnfbz-09/tag/>

10 Мирные ядерные взрывы СССР:

<http://nuclearno.ru/text/asp?12096>

11 Орлов О.О. Нафтогазопромислова геологія / М.І. Євдошук, В.Г. Омельченко, О.М. Трубенко, М.І. Чорний; під редакцією О.О. Орлова. – Київ: Надра, 2005. – С. 364-366.

12 Кушнірук В.А. Газоносность угленосной толщи Львовско-Волинского угольного бассейна / В.А. Кушнірук. – Киев: Наукова думка, 1978. – 117 с.

13 Львовско-Волинский каменноугольный бассейн: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B>

14 Львовско-Волинский бассейн:

<http://dic.academic.ru/dic.nst/bsc104983>

*Стаття надійшла до редакційної колегії  
20.09.11*

*Рекомендована до друку професором  
Коцкуличем Я.С.*