

УДК 528+550.837+553.98

Д.П. ГУНЯ¹, С.П. НАТРУС²

¹ ПАТ «Шахта імені О.Ф.Засядька»

проїзд Індустріальний, 1, м. Авдіївка, Донецька область, 86065, Україна

² Департамент екології та природних ресурсів Донецької обласної державної адміністрації
вул. Богдана Хмельницького, 6, м. Краматорськ, Донецька область, 84313, Україна

МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ЗБІЛЬШЕННЯ ВИДОБУТКУ ВУГЛЕВОДНІВ

Проаналізовано можливі шляхи збільшення обсягів видобутку вуглеводнів на відомих великих і дрібних родовищах у межах тектонічно порушених зон кристалічного фундаменту. Описано ідею видобутку так званого сланцевого газу — газу цільних колекторів, і можливості проведення гідророзривів пласта. Приділено увагу видобутку газу центрально-басейнового типу. Розглянуто технологію видобутку газу вугільних родовищ із закритих, раніше відпрацьованих шахт і шахтних ділянок, можливості видобутку газу із вугільних пластів і дегазацію вуглепородного масиву. Вказано на необхідне прийняття у державному масштабі довгострокових програм. З метою реалізації таких програм потрібно створення під егідою НАН України Державної геологічної комісії, до складу якої мають бути включені відомі галузеві вчені й виробники. Поряд із загальноприйнятими геолого-геофізичними дослідженнями (сейсморозвідка, гравірознавство, електророзвідка) слід застосовувати прямі методи пошуку вуглеводнів, які широко використовують в Китаї, Казахстані та Мексиці. Вирішення зазначених питань і проблем дасть змогу значно знизити економічну та енергетичну залежність країни.

Ключові слова: вуглеводні, природний газ, сланцевий газ, газ центрально-басейнового типу, газ вугільних родовищ, гравірознавство, електророзвідка, сейсморозвідка, екологія, геохімія, еманційне знімання, частотно-резонансне знімання, гідророзрив пласта.

Під час пошуку і розвідки вуглеводнів завжди є відомий ступінь ризику. Названі процеси в усі часи були трудомісткими і високовитратними у фізичному, матеріальному, фінансовому та інтелектуальному аспектах. Між тим існують способи зменшення впливу цих чинників і збільшення обсягів видобутку вуглеводнів у Східному регіоні країни.

Відомо, що в 1970-ті роки в Україні видобували понад 60 млрд м³ природного газу на рік, що можна порівняти з обсягом його споживання останнім часом в країні. Починаючи з 1993 р. видобуток природного газу в Україні становить близько 15—20 млрд м³ на рік — значно нижче обсягів його споживання.

На сьогодні в Україні відомі великі родовища природного газу вже практично вироблені. Ви-

добуток в основному ведеться з дрібних родовищ, початкові запаси яких рідко перевищують 10—15 млрд м³. Відкриття нових родовищ потребує значних матеріальних витрат й інтелектуальних зусиль.

Великі антиклінальні структури, до яких приурочені великі пастки вуглеводнів, у Східному регіоні країни вже розвідані і, за великим рахунком, майже відпрацьовані. Нових відкриттів слід очікувати головним чином у так званих «слабких» пастках — тектонічно і літологічно екранованих, їх модифікаціях, малоамплітудних підняттях та ін. Їх пошуки пов'язані з істотним ризиком, тому навіть невеликі антиклінальні об'єкти мають бути пріоритетнішими, ніж неантиклінальні, але неантиклінальні масивні, літологічно обмежені об'єкти можуть мати більшу ресурсну базу.

Виникає необхідність вивчення і освоєння складніших об'єктів у глибоких горизонтах на відомих великих родовищах, які можуть бути значними за запасами (ресурсами) [1].

Особливу увагу слід приділити тріщинуватим, розуцільненим, тектонічно порушеним зонам кристалічного фундаменту і кам'яновугільних відкладів. Свого часу однією із партій Кіровської експедиції було виконано гравіметричне знімання в межах Східного регіону. Всі відомі родовища вуглеводнів потрапляли в зони розуцільнення, крім Дробишевського газоконденсатного родовища. Згідно з абіогенною концепцією походження вуглеводневих та інших газів, гази надходять по розуцільнених зонах глибинних розломів із мантиї, астеносфери, фундаменту [2]. Для їх розвідки необхідно виконувати комплекс геофізичних досліджень (це електророзвідка, гравірозвідка, магніторозвідка і сейсморозвідка). Сейсморозвідка, навіть 3D, у відокремленому одноосібному її застосуванні часто мало що прояснює в будові надр, у моделі родовища. Завдання сейсморозвідки зводяться переважно до картування структурних поверхонь і пошуку антиклінальних пасток. Потрібні альтернативні підходи до методів і технологій в питаннях пошуку, розвідки та розробки родовищ вуглеводнів.

Поряд із загальноприйнятими геолого-геофізичними дослідженнями слід також із розумінням поставитися до використання так званих прямих методів пошуку вуглеводнів — геохімічних, еманацийних, і резонансно-частотного знімання, структурно-термоатмогідрогеохімічних досліджень. Зазначені дослідження з великим успіхом здійснюють академічні інститути: Інститут прикладних проблем екології, геофізики та геології (ІППЕГГ), Центр менеджменту та маркетингу в галузі наук про Землю ІГН НАН України, Інститут геологічних наук НАН України. На сьогодні у застосуванні цих методів зацікавлені Китай, Казахстан, Мексика і останнім часом Німеччина.

Не можна залишати без уваги питання глибинної генерації нафти і газу, а також можливих механізмів міграції нових порцій вуглеводнів до горизонтів, що відпрацьовуються, або до раніше відпрацьованих продуктивних горизонтів [3]. Впровадження зазначених технологій і методичних прийомів значно збільшить можливості у вивченні та освоєнні надр. Застосування комплексу геолого-геофізичних досліджень дасть змогу значно знизити ступінь ризику і вирішити проблему підвищення ймовірності відкриття родовищ.

У разі зустрічі в свердловинах перспективних горизонтів можливе застосування відомих і раніше застосовуваних способів інтенсифікації припливів флюїдів.

Окремо слід виділити ідею видобутку так званого *сланцевого газу*.

У вільному стані газ знаходиться в породах, що мають порожнини у вигляді пор, тріщин, каверн під тиском, іноді навіть більшим, ніж гідростатичний. Газ, що міститься в пластах-колекторах з коефіцієнтом пористості понад 12—15 % (пісковики, карбонатні породи), видобувають із газових родовищ, і видобуток є рентабельним.

Органічна речовина, що розсіяна в пісковиках, алевролітах і аргілітах (РОР), також сорбує газ, але через її низький вміст обсяг газу відносно незначний.

У малопористих і малопроникних пісковиках, алевролітах і аргілітах також міститься газ, але в дуже малих кількостях, тому що пористість цих порід дуже низька — до 3—5 %.

«Сланцевим» називають газ, що міститься в сланцях і аргілітах (пористість до 2—3 %) із вмістом РОР більш як 15 %. Останнім часом такий газ ще називають газом у низькопористих і малопроникних колекторах, але це звичайний природний газ.

В Україні з 1950-х років для збільшення дебіту флюїду із продуктивного масиву порід при видобутку вуглеводнів успішно застосовують гідророзрив пласта (ГРП).

Піонером видобутку так званого сланцевого газу є США. Перша свердловина там була пробурена в 1821 р. Масштабне промислове виробництво так званого сланцевого газу розпочато компанією Devon Energy в США в 2002 р. До 2009 р. на родовищі Barnett Shale було пробурено близько 12 тис. свердловин, і лише третя частина з них дала промислові притоки після проведення ГРП. У свердловинах виконані тисячі ГРП, дослідним шляхом встановлено, що за проникності пласта менш як 5 мД ГРП неефективний.

В умовах Донбасу аргіліти, або, як їх іноді називають, глинисті сланці, містять до 10 % РОР, мають пористість 2—3 %, проникність до 1 мД. Проведення ГРП і, відповідно, видобування газу з таких відкладів на сьогодні економічно не вигідні і, отже, недоцільні. На шахтному полі шахти ім. О.Ф. Засядька фірма Халібьортон виконала гідророзриви масиву порід у свердловинах ЗГ-1 і ЗГ-2, але за вказаними причинами очікуваного ефекту не отримала [4].

У малопроникних щільних пісковиках і алевролітах (піщано-глинистих сланцях) міститься так званий газ щільних колекторів, або *газ центрально-басейнового типу*. Такі відклади низькопористі, окремі пори ізольовані, не сполучаються між собою і, тому, малопроникні. Газ у таких відкладах не може вільно переміщатися. Для отримання газу з ущільнених низькопористих малопроникних відкладів недостатньо пробурити свердловину. Щоб отримати приток газу, необхідно виконати в свердловинах рудомісткі, високозатратні, високотехнологічні заходи для розущільнення масиву порід з метою створення каналів-тріщин, що сполучають між собою окремі пори; газ починає рухатися до свердловин, тобто підвищується проникність шару породи. Через низьку пористість обсяги газу, що містяться в такому масиві, незначні, і його видобуток економічно не завжди виправданий.

На цей час немає ефективних технологій видобутку газу *вугільних родовищ*, тобто звільнення сорбованого газу із вугільних пластів і вуглевмісних відкладів. У 1960—1970-ті роки в Донбасі під егідою Інституту гірничої справи ім. О.О. Скочинського масово проводили гідророзриви вугільних пластів з метою видалення з них газу для забезпечення безпечнішого виймання вугілля, але ефекту щодо зниження багатогазовості та газоносності отримано не було, газоносність відновлювалася протягом 6—10 місяців. Можливо, відбувається генерація метану або надходження його з глибших горизонтів. Доцільно розглядати отримання газу метану вугільних родовищ. У сорбованому стані газ міститься в обвугленій органічній речовині, яка утворює вугільні пласти, і у вуглевмісних відкладах, це так званий газ метану вугільних родовищ. Скупчення газу метану також можливе в пісковиках, а видобування — із тектонічно порушених зон [5].

Шахта ім. О.Ф. Засядька в межах гірничого відводу не один десяток років займається дегазацією вуглепородного масиву. Практично на всіх газових шахтах застосовують дегазацію вуглепородного масиву. Це технологічно необхідний процес для безпеки ведення робіт з видобутку вугілля. Газ із масиву виділяється тільки після його розущільнення, руйнування, внаслідок проведення гірничих робіт (видобутку вугілля).

Газ, отриманий від дегазації, після спеціальної його підготовки використовують для власних потреб, заправки автотранспорту, вироблення електроенергії і тепла на когенераційних станціях. У результаті утилізації газу, отриманого при дегазації, на шахті ім. О.Ф. Засядька до мініму-

му скоротили викиди його в атмосферу. Цей досвід потрібно поширити на всі вугільні басейни України.

В закритих ділянках вугільних шахт метан накопичується, якщо у нього немає виходу на земну поверхню. Цей процес безперервний, і якщо газ у будь-який спосіб забирати, то звичайно відбуватиметься його поповнення в певних обсягах. Вугільні шахти відносно неглибокі порівняно з газовидобувними свердловинами. Витрати на буріння таких свердловин значно нижчі, звичайно, і дебїти невеликі.

Академічними інститутами (УкрНДМІ, ІГТМ) спільно з фахівцями шахти ім. О.Ф. Засядька був розроблений проєкт з видобутку газу метану із закритих ліквідованих виробок шахтного управління «Бутівське», шахти «Бутівка-Донецька» і шахти ім. О.Ф. Засядька. Однак цей проєкт не був втілений в життя. Гірничі відводи перших двох шахт частково в плані перетинаються з гірничим відводом шахти ім. О.Ф. Засядька. Про те, що цей проєкт має право на життя, вказує той факт, що тривалий час метан видобувають із закритих шахт «Томашівська» і «Матроська» виробничого об'єднання «Лисичанськвугілля».

На сьогодні ефективним є тільки видобуток газу, що знаходиться у вільному стані в традиційно-пористих, тріщинуватих колекторах, тобто за рахунок енергії пласта. Видобуток газу з малопроникних низькопористих щільних відкладів, де газу незрівнянно менше, можливий тільки із застосуванням способів розущільнення. Для розущільнення щільних відкладів застосовують ГРП. Його виконують за спеціальною технологією із використанням спеціальної техніки. При цьому необхідно враховувати умови, за яких гідророзрив може бути ефективним.

Найближчим часом слід відновити у державному масштабі практику буріння параметричних свердловин. Не потрібно чекати, що приватні надрокористувачі виконуватимуть дороге, трудомістке буріння таких свердловин.

Зазначені питання необхідно вирішувати в рамках державних довгострокових програм. Це знизить ступінь ризику в пошуках вуглеводнів, дасть змогу зменшити енергетичну залежність країни. З метою реалізації цих програм для вироблення рішень з розробки проєктів і їх виконання потрібно створити державну геологічну комісію під егідою НАН України, включивши до її складу представників академічних та галузевих інститутів, регіональних геолого-геофізичних підприємств, експедицій і окремих виробничників, які досліджують проблеми видобутку вуглеводнів.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Кривуля С.В., Лізанець А.В., Мачужак М.І. Перспективи газонасності та особливості геологічної будови глибоко-залагаючих горизонтів Шебелинського газоконденсатного родовища. *Нафтогазова галузь України*. 2016. № 3. с 7—12.
2. Доленко Г. М. До проблеми екзогенного походження нафти і газу. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 1988. №71.
3. Булат А.Ф., Пимоненко Л.І., Балалаев А.К. Про вплив геодинамічних процесів на накопичення і міграцію газів в вуглепородному масиві Донеччини. *Геотехнічна механіка*. 2015. № 120 С. 17— 30.
4. Перспективи нафтогазонасності південно-східної частини Дніпрово-Донецької западини. *Вісник Київського національного університету імені Т.Г. Шевченка*. 2012 рік.
5. Лукінов В.В., Безручко К.А., Приходченко О.В. Прогноз перспективності ділянки «Кальміуський рудник» (шахта ім. О.Ф.Засядька) на наявність скупчень вільного метану. *Геоінформатика*. 2012. №1 (41). С 26—31.

Надійшла до редакції 17.03.2021

REFERENCES

1. Krivulya S.V., Lizanets A.V., Machuzhak M.I. Prospects of gas content and features of the geological structure of the deep-lying horizons of the Shebelinsky gas condensate field. *Oil and gas industry of Ukraine*. 2016. No 3. P. 7—12.
2. Dolenko G.N. To the problem of the exogenous origin of oil and gas. *Geology and geochemistry of the fossil fuels*. 1988. No. 71.
3. Bulat A.F. et al. About the influence of geodynamic processes on the accumulation and migration of gases in the coal-rock mass of the Donetsk region. *Geo-Technical Mechanics*. 2015. No 120. P. 17—30.
4. Prospects for oil and gas potential of the south-eastern part of the Dnieper-Donetsk depression. *Bulletin of the Taras Shevchenko National University of Kyiv*. 2012.
5. Lukinov V.V. et al. Forecast of the prospects of the Kalmiussky mine site (mine named after A.F. Zasyadko) for the presence of free methane accumulations. *Geoinformatycs*. 2012. No. 1 (41). P. 26—31.

Receive 17.03.2021

D.P. Gulya¹, S. P. Natrus²

¹ PJSC «Mine named after A. F. Zasyadko»
Industrialny, 1, Avdiivka, Donetsk region, 86065, Ukraine

² Department of Ecology and Natural Resources Donetsk Regional State Administration
Bogdan Khmelnytsky str., 6, Kramatorsk, Donetsk region, 84313, Ukraine

POSSIBLE WAYS TO INCREASE THE PRODUCTION OF HYDROCARBONS.

Purpose and objectives. Possible ways to increase the production of hydrocarbons, both from well-known large deposits, from known but smaller deposits, and from tectonically disturbed zones of the crystalline basement, are presented for consideration. The idea of producing the so-called shale gas, the gas of dense reservoirs, is considered separately. The possibilities of hydraulic fracturing are considered. Attention is also paid to the production of gas of the central basin type. The technology of gas extraction from coal deposits from closed, previously dead pit and mine sites, the possibility of gas extraction from coal seams and degassing of a coal-rock mass is considered.

Methods: To solve all these problems it is necessary to adopt long-term programs on a national scale. In order to implement such programs it is necessary to create a state geological commission under the aegis of the Ukrainian National Academy of Science, including well-known industry scientists and production specialists. Along with the generally accepted geological and geophysical studies (seismic exploration, gravity exploration, electrical exploration). It is necessary to treat with understanding the direct methods of searching for hydrocarbons which are in demand and widely used in China, Kazakhstan and Mexico.

Expected results: The solution of these issues and problems will significantly reduce the economic and energy dependence of the country.

Keywords: hydrocarbons, natural gas, shale gas, gas of the central basin type, gas of coal deposits, gravity exploration, electrical exploration, seismic exploration, ecology, geochemistry, emanation survey, frequency resonance survey, hydraulic fracturing.

Д.П. Гуня¹, С.П. Натрус²

¹ ПАО «Шахта имени А.Ф.Засядько»

проезд Индустриальный, 1, г. Авдеевка, Донецкая область, 86065, Украина

² Департамент экологии и природных ресурсов Донецкой областной государственной администрации

ул. Богдана Хмельницкого, 6, м. Краматорск Донецкая область, 84313, Украина.

ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ

Представлены к рассмотрению возможные пути увеличения добычи углеводородов из известных крупных и более мелких месторождений, а также из тектонически нарушенных зон кристаллического фундамента. Описаны идея добычи так называемого сланцевого газа, газа плотных коллекторов и возможности проведения гидроразрывов пласта. Уделено внимание добыче газа центрально-бассейнового типа. Рассмотрены технология добычи газа угольных месторождений из закрытых, ранее отработанных шахт и шахтных участков, возможности добычи газа из угольных пластов и дегазация угле-породного массива. Указывается на необходимость принятия в государственном масштабе долгосрочных програм. В целях реализации таких программ под эгидой НАН Украины следует создать Государственную геологическую комиссию. Отмечается, что наряду с общепринятыми геолого-геофизическими исследованиями (сейсморазведка, гравиразведка, электроразведка) востребованы и широко применяются в Китае, Казахстане и Мексике прямые методы поисков углеводородов. Решение указанных вопросов и проблем позволит значительно снизить экономическую и энергетическую зависимость страны.

Ключевые слова: углеводороды, природный газ, сланцевый газ, газ центрально-бассейнового типа, газ угольных месторождений, гравиразведка, электроразведка, сейсморазведка, экология, геохимия, эманиционная съемка, частотно-резонансная съемка, гидроразрыв пласта.