

Природокористування та екологічна безпека

УДК 34.07:338.2

В. В. Дейнеко

Сланцевий газ: екологічні аспекти видобутку (світовий досвід для України, аналітичні оцінки)

Наводиться оцінка світових запасів сланцевого газу, розглядаються перспективи його видобування, наводиться порівняльна характеристика родовищ сланцевого газу в Польщі та Україні. Крім того, розглянуті окремі аспекти впливу видобування сланцевого газу на навколишнє середовище.

Ключові слова: сланцевий газ, горизонтальне буріння, гідравлічний розрив породи, ринок газу.

I. Оцінка світових запасів сланцевого газу. В листопаді 2011 р. Міжнародна Енергетична Агенція (далі МЕА) оприлюднила результати щорічного дослідження світового енергетичного ринку за 2010 р. та прогноз його розвитку до 2035 р.: «World Energy Outlook 2010». В документі була наведена експертна оцінка світових обсягів попиту, виробництва та торгівлі енергетичними ресурсами за видами і регіонами та прогноз розвитку світової енергетики до 2035 р. Отже, на думку МЕА, новою парадигмою розвитку світового енергетичного ринку до 2035 р. стане широкомасштабне застосування країнами «Великої Двадцятки» нових енергоощадних та енерговідновлювальних технологій та зростання обсягів використання альтернативних джерел енергії. Очікується, що частка відновлювальних джерел енергії у світовому енергобалансі до 2035 р. збільшиться з нинішніх 7% до 14%. Природний газ залишатиметься одним з головних джерел енергії у світі. За даними МЕА, обсяги світового споживання газу щорічно збільшуються на 1,4–1,5%, за такими темпами у 2035 р. цей показник становитиме близько 1190 млрд. куб. м газу на рік. Отже, задоволення стрімко зростаючого попиту на газ вимагатиме від енергокомпаній значних інвестицій у збільшення обсягів його видобування, пошуку та розробки нових покладів газу. Експерти МЕА зауважили, що, завдяки «сланцевій революції» в США та поширенню технології видобування сланцевого газу у світі, до 2035 р. частка нетрадиційного газу може досягти 40% від загальних обсягів видобування газу у світі.

У квітні 2011 р. «Інформаційна Агенція з питань енергетики США» оприлюднила результати першого дослідження з оцінки світових запасів сланцевого газу: «Світові запаси сланцевого газу: первинне дослідження 14 регіонів розташованих за межами США», яке проводилось в інтересах американських енергетичних компаній, що здобули досвід видобування сланцевого газу в США і планують експансію в інших регіонах світу. Дослідники виділили 14 пріоритетних регіонів до складу яких увійшли 32 країни, на території яких розташовано 69 найбільш перспективних для розробки родовищ сланцевого газу:

© В. В. Дейнеко, 2012.

1. Західна Європа (Франція, Німеччина, Нідерланди, Норвегія, Данія, Швеція, Великобританія).
2. Польща.
3. Україна, Литва та інші країни Східної Європи.
4. Канада.
5. Мексика.
6. Північна частина Південної Америки (Колумбія, Венесуела).
7. Південна частина Південної Америки (Аргентина, Чилі, Уругвай, Парагвай, Болівія, Бразилія).
8. Китай.
9. Індія і Пакистан.
10. Туреччина.
11. Центральна частина Північної Африки (Алжир, Туніс, Лівія).
12. Західна частина Північної Африки (Марокко, Мавританія, Західна Сахара).
13. Південна Африка.
14. Австралія.

Регіони було обрано виходячи із ступеню газової залежності країн, наявності родовищ сланцевого газу, активності енергокомпаній та урядів країн з розвитку видобування нетрадиційного газу.

За оцінками дослідників, сукупні потенційні запаси сланцевого газу 32 обраних країн становлять близько 658,5 трлн. куб. м газу. Для порівняння, світові обсяги традиційного газу оцінюються на рівні 177–213 трлн. куб. м. Однак, для оцінки інвестиційної привабливості розробки родовищ сланцевого газу означених країн дослідники зосередились на вивченні запасів сланцевого газу технічно придатного для комерційної розробки, які, за прийнятою практикою оцінки, становлять 20-25% від обсягу потенційних запасів сланцевого газу. За підрахунками експертів консалтингової компанії «Advanced Resources International, Inc.», залученої Агенцією до дослідження, вони становлять близько 198,81 трлн. куб. м газу. Аналіз отриманих даних, дозволив поділити означені країни на дві групи: *перша група* – країни із високим ступенем залежності від імпорту традиційного газу і які мають власну інфраструктуру з видобування та транспортування газу. Для цих країн розробка покладів сланцевого газу може стати альтернативою зменшення газової залежності та мотивацією до розвитку нової галузі (наприклад, Франція, Польща, Туреччина, Україна, Марокко, Чилі); *друга група* – країни, в яких запаси сланцевого газу технічно придатного для комерційної розробки становлять більше 5,7 трлн. куб. м газу та існує розвинена інфраструктура видобування традиційного газу (наприклад, США, Канада, Мексика, Китай, Австралія, Лівія, Алжир, Аргентина та Бразилія).

До матеріалів дослідження не увійшли: РФ, країни Центральної Азії, Близького Сходу, Південно-Східної Азії та Центральної Африки тому, що вони мають значні запаси традиційного газу і видобування сланцевого газу для цих країн є менш привабливим або дані про поклади сланцевого газу в країнах означених регіонів відсутні.

Для оцінки запасів нетрадиційного газу 69 родовищ було обрано чотири параметри:

1. Статичний тиск в газоносному пласті.

За оцінками спеціалістів Агенції, значну роль у визначенні технічної придатності покладів сланцевого газу для їх комерційної розробки відіграє глиби-

на залягання породи. Так, найбільш оптимальною вважається глибина залягання пласту між 1000 та 5000 м. Поклади сланцю розташовані вище 1 км мають менший тиск та дають менший дебіт газу при гідравлічному розриві породи, а ті, що залягають глибше 5 км, мають меншу магнітну проникність та важче піддаються геологічному дослідженню, їх розробка веде до подорожчання бурових робіт і вважається комерційно невиправданою. Прийнятним показником статичного тиску в породі вважається градієнт у 0,433 psi per foot (або 9794,72 м²кгс⁻²).

2. Температура.

Аналіз градієнта температури пласту дозволяє оцінити зону із вищим рівнем температури, ніж середній температурний градієнт оточуючої породи, що дає змогу визначити центр (або ядро) родовища, в якому дебіт газу зазвичай є найбільшим. Цей показник дозволяє оцінити потенціал усього пласту.

3. Пористість породи пласту.

Підвищена пористість породи зазвичай свідчить про наявність більших обсягів газу, який емітує в пори. Її показник, як правило, визначається геологічним віком та зрілістю породи, а також мінералогічною характеристикою породи, яка впливає на рівень ефективності стимулювання пласту гідравлічним розривом.

4. Товщина пласту та концентрація органічної речовини в породі.

Дослідження пласту гамма випромінюванням дозволяє оцінити товщину та вміст органічних речовин в породі (бактерій та мікроорганізмів), що також впливає на продуктивність пласту. Оптимальним вважається вміст органічної речовини більше 2%, її більша концентрація свідчить про більшу товщину пласту.

Отже, аналіз наведених показників, разом із аналізом площі родовищ, дозволили визначити рівень інвестиційних ризиків, пов'язаних із видобуванням сланцевого газу і є одним із головних факторів, що впливає на рішення енергокомпаній щодо започаткування інвестиційних проектів з комерційної розробки родовищ сланцевого газу. Показники інвестиційних ризиків, пов'язаних із комерційним видобуванням сланцевого газу для польських та українських родовищ сланцевого газу, наведені у табл. 1.

II. Оцінка запасів сланцевого газу України та Польщі. Безперечно, новітні технології видобування сланцевого газу, розроблені в США, спричинили революційні зміни на світовому енергетичному ринку. Обсяги видобування сланцевого газу в США впродовж останніх двадцяти років зросли у 12 разів: з 7,6 млрд. куб. м у 1990 р. до близько 93 млрд. куб. м на рік у 2009 р., при цьому, вартість його видобування в США скоротилась з 240 до 100–110 дол. США за тис. куб. м газу. За прогнозами Міжнародної Енергетичної Агенції, у 2035 р. обсяги видобування сланцевого газу в США збільшаться до 340 млрд. куб. м на рік. Вже сьогодні, за сукупними обсягами видобування газу, США випереджають Росію. Експорт сланцевого газу скрапленого на СПГ терміналах в США розпочнеться у 2016–2017 рр., цільовими ринками для американських компаній нині вважаються країни Азії та Європи.

За нинішніми оцінками експертів, показник собівартості видобування сланцевого газу для України становитиме на рівні близько 120–160 дол. США за тис. куб. м газу. 15 лютого 2011 р. у Вашингтоні міністерство енергетики і вугільної промисловості України та державний департамент США підписали меморандум про взаєморозуміння між урядами України і США щодо ресурсів газу з нетрадиційних джерел. У 2012 р., згідно з підписаними договорами, міжна-

Таблиця 1

Порівняльна характеристика польських та українських басейнів сланцевого газу

Характеристика	Басейни сланцевого газу в Україні		Басейни сланцевого газу в Польщі		
	Дніпровсько-Донецький	Одеський	Балтійський	Люблінський	Підляський
Площа, тис. кв. км	99,82	68,61	263,07	30,76	11,15
Площа перспективної для видобування сланцевого газу зони, тис. кв. км	16,12	20,32	22,90	30,20	3,43
Глибина залягання пласту, м	2950-4920	984-4920	2460-4920	1968-4035	1722-3405
Товщина пласту, м	8-70	394-978	100-246	100-335	108-216
Рівень статичного тиску в породі	Надвисокий	Надвисокий	Надвисокий	Надвисокий	Надвисокий
Вміст органічних сполук в породі, %	4,00	2,50	4,00	1,50	6,00
Температурний градієнт, %	1,30	1,35	1,75	1,35	1,25
Середній рівень концентрації газу в пластах породи, млрд. куб. м/ кв. км	3,08	5,79	1,59	0,86	1,55
Потенційні запаси газу, трлн. куб. м	1,36	4,22	14,55	6,27	1,58
Запаси технічно придатного газу для комерційного видобування, трлн. куб. м	0,34	0,85	3,65	1,25	0,40
Оцінка ступеню ризиків пов'язаних з комерційним видобуванням сланцевого газу	16%	24%	40%	24%	30%

* Авторська аналітика.

родні енергокомпанії «Шелл» та «Шеврон» уже розпочали дослідницькі та геологорозвідувальні роботи в районі Дніпровсько-Донецького та Одеського родовищ сланцевого газу.

За оцінками американських експертів «Advanced Resources International, Inc.», потенційні запаси *сланцевого газу* в Україні становлять близько 5,58 трлн. куб. м газу, де: запаси Дніпровсько-Донецького басейну оцінюються на рівні – 1,36 трлн. куб. м газу; Одеського (або Люблінського – за польською термінологією) – 4,22 трлн. куб. м газу. Отже, запаси сланцевого газу технічно придатного для комерційної розробки в Україні дослідники оцінюють на рівні близько 1,19 трлн. куб. м (табл. 1).

За оцінками «Advanced Resources International, Inc.», потенційні запаси сланцевого газу в Польщі становлять близько 22,4 трлн. куб. м газу, де: запаси Балтійського басейну сланцевого газу оцінюються на рівні – 14,55 трлн. куб. м газу; Люблінського – 6,27 трлн. куб. м газу; Підляського – 1,58 трлн. куб. м газу. Водночас, говорячи про обсяги газу технічно придатного для комерційного видобування, то їх показник для Польщі становить близько 5,3 трлн. куб. м (табл. 1).

Попередня геологічна оцінка Балтійського (північна частина Польщі), Люблінського (південна частина Польщі) та Підляського (східна частина Польщі) басейнів сланцевого газу Польщі, на думку дослідників, свідчить про наявність доброї перспективи видобування сланцевого газу в Польщі. Розподіл ліцензій на розробку родовищ сланцевого газу в Польщі розпочався у 2010 р., нині видано більше 70 ліцензій.

Отже, вже у 2015–2017 рр. Польща може стати першою країною ЄС, яка розпочне видобування власного сланцевого газу, а у 2020 р. експерти припускають можливість виходу польського сланцевого газу на європейський енергетичний ринок.

ІІІ. Екологічні аспекти видобування сланцевого газу. Нині добре відомо, що технологія видобування сланцевого газу складається із трьох головних етапів:

- вертикальне буріння до місця розташування газоносного пласту (від 1 до 4 км);
- горизонтальне буріння вздовж газоносного пласту до 3–5 км;
- гідравлічний розрив горизонтального газоносного пласту в радіусі до 70 метрів навколо магістрального горизонтального каналу з подальшим закачуванням у свердловини технічного розчину (пісок, вода, хімічні лубриканти) для стимулювання емісії газу із породи та його накопичення в горизонтальних свердловинах.

Наприкінці березня 2012 р. Державний геологічний інститут Польщі оприлюднив результати першого в країні комплексного дослідження «Оцінка екологічного впливу від гідророзриву пластів сланцевого газу в районі бурового майданчика «Lebiciel LE-2H». Дослідження було проведено на замовлення Міністерства навколишнього середовища Польщі в період червня-жовтня 2011 р. і обумовлено необхідністю прозорого висвітлення екологічних аспектів усіх технологічних етапів видобування сланцевого газу в Польщі з метою інформування громадськості та запобігання формуванню негативного ставлення до проєктів з видобування сланцевого газу.

Вертикальна свердловина «LE-2» мала глибину 4075 м та довжину горизонтальної частини – 1000 м. Гідравлічний розрив пласту сланцевого вугілля було проведено в період 19-28 серпня 2011 р. В горизонтальну частину свердловини було закачано 17322 куб. м води, 1271 тонн кварцового піску та 462 куб. м хімічних реагентів. Після завершення операції із свердловини було викачано 2781 куб. м рідини для подальшого її використання або утилізації.

Спостереження здійснювалось до, впродовж та після гідравлічного розриву породи сланцю. В рамках дослідження проводився моніторинг: сейсмічної активності в районі гідророзриву, стану повітря в районі свердловини, стану поверхневих та ґрунтових вод на глибині 20 м, рівня шуму та вібрації поверхні землі під час бурових робіт, емісії газу метану та радіоактивного радону на поверхні ґрунту в районі гідророзриву.

Результати дослідження показали, що:

- процес гідравлічного розриву пластів сланцевого вугілля не призводить до забруднення навколишнього повітря. Вивільнений газ спалювався у факелі свердловини. Викиди від роботи дизельних двигунів не перевищували встановлених в країні норм та стандартів;
- шум від роботи двигунів в районі свердловини становив близько 77.5 дБ, поблизу населених пунктів він становив 53.8 дБ (норма в денний час – 56 дБ);
- після проведення гідравлічного розриву пласту сланцевого вугілля було обстежено 17 га прилеглої території, випадків міграції газу метану або радону та їх виходу на поверхню зафіксовано не було;
- гідравлічний розрив не викликав вібрації поверхні ґрунту, що могло б спричинити деформацію будівель тощо. 20 станціями, розташованими на різній відстані від місця проведення гідророзриву (до 25 км), сейсмічної активності не зафіксовано;
- хімічна рідина, що викачувалася із свердловини після гідророзриву, мала ознаки токсичності. Тому для її зберігання та повторного використання, подальшого перевезення і утилізації застосовувались спеціальні посилені заходи безпеки, було обладнано спеціальний відкритий резервуар та ізольовані пластикові ємності тощо;
- поглиблене дослідження якості ґрунтових та поверхневих вод у 17 свердловинах води не показало жодних випадків погіршення її якості. Забір місцевої води, що використовувалась для приготування хімічних розчинів, не призводив до падіння дебіту водозабірних пунктів у найближчих до бурового майданчика селищах.

З метою виявлення потенційних ризиків та загроз екології, в рамках дослідження, було проведено моделювання усіх етапів технологічного процесу: буріння вертикальної та горизонтальної частин свердловини; підготовки та проведення гідророзриву пласту, підготовки до подальшої експлуатації свердловини. За результатами аналізу визначено три потенційно можливих шляхи забруднення навколишнього середовища:

1. Міграція хімічної рідини та газу із горизонтальної частини свердловини у водоносний горизонт, що знаходиться поруч із горизонтом горизонтального буріння внаслідок порушення технології виконання бурових робіт.

2. Міграція хімічної рідини та газу із вертикальної частини свердловини у водоносний горизонт, що знаходиться на глибині до 100 м від поверхні та на поверхню ґрунту внаслідок порушення технології ізоляції вертикального стволу свердловини.

3. Потрапляння хімічної рідини у водоносний горизонт з поверхні ґрунту внаслідок розгерметизації відкритих резервуарів, їх переповнення, інших порушень техніки безпеки при роботі з небезпечними речовинами.

Враховуючи глибину залягання горизонтальної свердловини (нижче 4 км) та сейсмічну стабільність району буріння, дослідники прийшли до висновку, що можливість потрапляння у водоносний горизонт хімічної речовини та газу із горизонтального стволу свердловини є надзвичайно низькою, тому даний варіант у дослідженні не розглядався.

Детально вивчалась можливість потрапляння хімічної речовини та газу у водоносний горизонт внаслідок порушення техніки буріння вертикальної свердловини, неналежного її ізолювання бетоном та металевими трубами, а також порушення герметичності відкритого резервуару із зберігання хімічної речовини,

аварії та пошкодження гідравлічного обладнання, що використовується для створення робочого гідравлічного тиску. Такі порушення, на думку дослідників, не можна виключати і вони спричинятимуть забруднення природного середовища та підземних вод. Водночас, комп'ютерне моделювання потрапляння токсичної рідини у ґрунтові води показало, що, враховуючи рельєф місцевості, структуру ґрунту та інші фактори, міграція токсичної речовини в ґрунтових водах відбуватиметься із швидкістю 1500 м на 10 років.

За результатами комплексного дослідження вчені прийшли до наступних висновків:

1. Гідравлічний розрив породи, як інструмент стимулювання емісії газу, сам по собі не має негативного впливу на екологію. Екологічного забруднення в районі видобування сланцевого газу внаслідок техногенних аварій можна уникнути за умов дотримання правил поведінки з небезпечними речовинами, коректного застосування перевірених методів організації технологічних процесів.

2. Короткотерміновий негативний вплив на екологію, перш за все, пов'язаний із підвищенням рівня шуму, накопиченням промислових відходів та збільшенням інтенсивності руху спеціальної техніки в районі видобування сланцевого газу. Зменшення негативного впливу цих факторів на екологію може бути досягнуто за рахунок адекватних адміністративно-організаційних рішень.

3. З метою зменшення кількості води, що використовується для приготування хімічних розчинів, рідину, що викачується із свердловини, необхідно зберігати в районі бурового майданчика та використовувати повторно на інших свердловинах.

4. Існує необхідність опрацювання методики класифікації та сортування промислових відходів, що накопичуватимуться в районі бурового майданчика з подальшою їх утилізацією.

5. Тверді та рідкі промислові відходи, що накопичуватимуться після гідравлічного розриву породи повинні проходити фізичний та хімічний аналіз, отримані дані повинні бути відкритими для громадськості та доводитись до контрагента, що здійснюватиме їх утилізацію.

6. Існує нагальна потреба в опрацюванні нормативів та правил які б встановлювали жорсткий регламент виконання усіх робіт з гідравлічного розриву породи, порядку утилізації відходів. Зокрема, необхідно нормативно визначити перелік композитних матеріалів, що використовуються для приготування хімічних розчинів, зобов'язати галузь використовувати спеціальні рідинні кольорові маркери, що дозволить вчасно виявляти потрапляння хімічної рідини в ґрунт та воду.

7. Практика проведення комплексних досліджень в районі бурових майданчиків з видобування сланцевого газу повинна продовжуватись і в інших місцях видобування газу. Отримані дані необхідно накопичувати та систематизувати, їх результати повинні бути публічними, періодично необхідно доводити їх до широких верств населення.

За оцінками вчених викиди CO_2 під час експлуатації свердловин сланцевого газу суттєво не відрізнятиметься від показників викиду CO_2 для видобування традиційного газу. За розрахунками, викиди CO_2 під час буріння як вертикальної, так і горизонтальної частини свердловини становитимуть близько 49 кг CO_2 на один метр свердловини. Так, обсяг викидів CO_2 при бурінні середньостатистичної свердловини довжиною 3 км (1,5 –вертикально; 1,5 горизонтально) становитиме близько 73,5 тон.

Вважаючи на загрозу збільшення викидів CO², важливо звернути увагу на існуючі розрахунки кругорейсів автотранспорту, що використовується під час підготовчих робіт бурового майданчику, їх кількість становить близько 4,3-6 тис. рейсів, при цьому 90% рейсів транспорту здійснюється саме на етапі гідравлічного розриву газоносного пласту для завезення технічної води та інших хімічних сполук та матеріалів. Емісія CO² від роботи транспорту, задіяного у перевезеннях технічної води, хімічних реагентів та технічного ґрунту, становить близько 983,11 грам CO² на 1 км перевезення. Отже, за підрахунками дослідників, за умов організації видобування газу в обсязі 150–300 млрд. куб. м, впродовж 20 років сукупні обсяги викиду CO² становитимуть близько 305–589 млн. т.

IV. Шляхи оптимізації бурових робіт та скорочення негативного впливу на навколишнє середовище. 7 вересня 2012 р. Європейська Комісія оприлюднила результати нового дослідження «Нетрадиційний газ: Потенційний вплив на енерго ринок ЄС», в якому «Об'єднаний Дослідницький Центр» Інституту Енергетики і Транспорту при ЄК під керівництвом начальника відділу енергетичних досліджень Центру І. Персона на замовлення Директорату Енергетики ЄК дослідив вплив видобування сланцевого газу в ЄС на баланс енергетичного ринку Співтовариства.

Як зауважив І. Персон, ЄК нині вивчає імовірні шляхи скорочення негативного впливу видобування сланцевого газу на стан довкілля та екології країн Євросоюзу, визначає необхідні інструменти регулювання та регламентування цього процесу, моніторингу окремих проектів з розробки покладів сланцевого газу тощо. За словами вченого, головним питанням залишається оцінка реальних запасів сланцевого газу в ЄС, визначення його ролі у формуванні перспективної енергетичної політики Співтовариства.

Дорожня карта з розвитку енергоринку ЄС до 2050 р., що була прийнята ЄК у грудні 2011 р., визначила газ як переважне джерело енергії, яке поступово замінюватиме нафту і вугілля на енергоринку ЄС. Ключовим питанням майбутнього широкомасштабного розвитку видобування нетрадиційного газу в Європі є нарощування обсягів виробництва бурового обладнання та обладнання для гідравлічного розриву породи. Нині у видобувній галузі країн Європи використовуються близько 70 бурових установок наземного базування та 42 бурові платформи морського базування. Для порівняння: у США – 2440/42; в країнах Близького Сходу – 263/41; в країнах Африки – 48/31; в країнах Латинської Америки – 349/89; в країнах Азійського-Тихоокеанського регіону – 151/96 (разом у світі: 3321/342).

Оптимізація використання земельних ресурсів. Як зауважив І. Персон, впродовж останніх 10 років технології та методи буріння породи сланцевого вугілля зазнали значних змін. Так, за рахунок використання кластерного методу буріння, площу одного бурового майданчика вдалося скоротити у майже 10 разів. Такий підхід дозволяє зменшити не лише площу технічної забудови, а і техногенний вплив об'єктів на навколишнє середовище.

Досвід видобування сланцевого газу в США свідчить, що на одну свердловину для організації видобутку газу припадає близько 0,16-0,65 кв. км площі поверхні. Отже, для організації видобування сланцевого газу на площі родовища у 1000 кв. км, за методикою кластерного буріння, достатньо побудувати від 1540 до 6250 свердловин (за досвідом США – в середньому 2500 шт. або 1 свердловина на 0,4 кв. км). Якщо на одному буровому майданчику, як правило, облаштовують 25-36 свердловин, то для організації видобування газу на площі у 1000 кв. км знадобиться 70-100 бурових майданчиків (100 × 120 м). На думку І. Персона,

кількість свердловин можна суттєво скоротити, якщо збільшити горизонтальну частину свердловини з традиційних 1,5-2 км до 4-5 км.

За розрахунками дослідників, для будівництва 2500 свердловин середньою довжиною близько 5 000 м (3 км – вертикальний ствол; 1,5-2 км – горизонтальний ствол) знадобиться близько 12,5 млн. метрів бурових робіт. Отже, якщо середня денна норма одної бурової установки нині становить близько 80 метрів, то для виконання усіх бурових робіт знадобиться близько 113 600 робочих днів (або 334 роки), 30 бурових установок виконають означений обсяг робіт відповідно за 11 років.

За словами І. Персона, для початку видобування сланцевого газу на 50 родовищах нетрадиційного газу в Європі, знадобиться не менше 500 бурових установок, які працюватимуть впродовж 30-35 років та близько 15 тис. кваліфікованих робітників для їх обслуговування. Так, для задоволення потреб галузі європейський машинобудівельний комплекс повинен мати виробничу потужність не менше 30-40 бурових установок на рік. Дотичні цифри стосуються і виробництва обладнання для гідравлічного розриву ґрунту.

Оптимізація бурових робіт. За словами І. Персона, головним завданням видобувної галузі нині є зведення до мінімуму негативного впливу від бурових робіт та гідророзриву ґрунту на навколишнє середовище. І. Персон відмічає значний успіх досягнутий наукою у цьому питанні. Так, застосування передових технологій уже дозволяє виконувати всі роботи з видобування сланцевого газу в густонаселених районах сучасних європейських міст.

Концепція полягає у поступовому переході до використання у видобуванні сланцевого газу легкого малогабаритного обладнання. Так, застосування у бурових роботах алюмінієвих або композитних труб дозволяє зменшити потужність підйомного обладнання, габарити бурового устаткування, скоротити діаметр свердловини, скоротити обсяг виходу ґрунту на поверхню із свердловини та обсяги використання води і хімічних реагентів для гідравлічного розриву ґрунту. Застосування спеціальної конструкції бурової головки під час виконання бурових робіт нині дозволяє понизити рівень шуму обладнання до рівня санітарних норм прийнятих в ЄС для міст та селищ. Заміна дизельних двигунів електричними та підключення бурового обладнання до силових електричних ліній дозволить скоротити викиди CO₂ до мінімуму. Для скорочення руху важкого автотранспорту в районі бурового майданчику нині вивчаються можливості та розробляються схеми їх заміщення мобільними трубопроводами для доставки на майданчики води тощо.

За словами І. Персона, зменшення техногенного впливу на навколишнє середовище може бути додатково скорочено шляхом уніфікації в країнах ЄС усіх технологічних процесів та характеристик бурового обладнання, створення мережі спеціалізованих компаній та централізації управління буровими роботами на території країн ЄС.

На думку І. Персона, покращення технології буріння дозволить скоротити щоденні витрати на 20-40%, значно скоротити техногенний вплив на навколишнє середовище. Це стане можливим при застосуванні комплексного підходу до організації видобування сланцевого газу в ЄС та координації і взаємоузгодження графіків робіт на усіх бурових майданчиках в ЄС. Автоматизація роботи бурового обладнання, застосування новітніх технологій горизонтального буріння, скорочення діаметру свердловини та застосування малогабаритного обладнання

можуть додатково скоротити витрати усіх бурових робіт в ЄС на 10-30%. Такі процеси сприятимуть і зниженню собівартості продукції. За попередніми розрахунками підвищення ефективності роботи обладнання 500 бурових установок на 10% впродовж 30 років дає економію капіталовкладень на рівні 45 млрд. євро.

Оптимізація робіт з гідророзриву породи. Ключовими питаннями гідравлічного розриву ґрунту є використання відносно великих обсягів води, використання хімічних реагентів, викиди CO² під час роботи обладнання, можливий вплив на сейсмічну активність в районі гідророзриву, можливість потрапляння робочого розчину на поверхню землі та у ґрунтові води.

Дослідження показало, що за умов використання передових технологій гідророзриву, потенційно небезпечні реагенти не використовуються. Рецепти приготування «безпечних розчинів» нині включають воду, природні органічні лубриканти та пісок. Для утилізації таких розчинів використовуються ті самі технології, що і для утилізації водопровідної води. Вартість приготування «безпечних розчинів» є значно нижчою, ніж вартість традиційних розчинів для гідророзриву. Водночас, необхідно відзначити, що дослідне застосування «безпечних розчинів» для гідророзриву демонструє зменшення ефективності гідравлічного розриву породи та скорочення виходу газу на 10%. Отже, вплив використання «безпечних розчинів» на якість гідророзриву та продуктивність видобування газу нині досліджуються.

Іншим напрямом оптимізації робіт з гідророзриву породи є збільшення обсягів повторного використання води у гідророзриві та пошук нових методів організації процесу спрямованих на прискорення темпів виконання робіт та скорочення людино-годин при їх виконанні.

Щодо вартості робіт з гідророзриву породи, то вони коливаються в межах 3,3–3,7 млн. дол. США із розрахунку на 10 етапів гідророзриву по 150–200 м на кожен свердловину. За розрахунками дослідників, при широкомасштабному проведенні операцій з гідророзриву, вартість робіт можна скоротити до 500–700 тис. євро на одну свердловину.

На думку І. Персона, заслуговують на увагу дослідження американських вчених, які показують, що 70% газу дають лише 30% ділянок перфорації в горизонтальній частині свердловини. Отже, вчені зосереджені на дослідженні фізико-механічних та геологічних характеристик цих ділянок з метою ідентифікації таких ділянок у подальшому та проведення цільової перфорації лише найбільш рентабельних ділянок, що дозволить скоротити витрати на гідророзрив, їх кількість та обсяги розчину, що використовується в роботі. Такий метод дозволить суттєво скоротити техногенне навантаження від гідророзриву на навколишнє середовище та скоротити собівартість продукції.

Підсумовуючи результати наведених досліджень, можна зауважити, що запаси сланцевого газу у 32 обраних для дослідження країнах світу становлять близько 658,48 трлн. куб. м і перевищують наявні сукупні запаси традиційного газу в цих країнах (31,38 трлн. куб. м) у 20 разів, а запаси сланцевого газу технічно придатного для комерційної розробки (198,81 трлн. куб. м) – у шість разів.

Як Україна, так і Польща, де сукупні запаси сланцевого газу технічно придатного для видобування становлять близько 6,49 млрд. куб. м газу (1,19 та 5,3 млрд. куб. м газу відповідно), мають усі шанси стати одними із лідерів видобування сланцевого газу в Європі, та вже у 2020 р. досягти обсягів його видобування близько 10-20 млрд. куб. м на рік.

Щодо екологічних загроз, то результати наведених досліджень свідчать, що можливість забруднення навколишнього середовища в районі буріння вчені пов'язують винятково із людським фактором та імовірністю техногенних аварій внаслідок порушення правил безпеки та виходу із ладу обладнання. Такі аварії носитимуть локальний характер. Моделювання потрапляння токсичних речовин у ґрунтові води показало, що, залежно від гідрогеологічних характеристик гранту та рельєфу місцевості, швидкість їх міграції становитиме близько 1500 м на 10 років.

Близькість бурових майданчиків до населених пунктів можуть викликати незадоволення мешканців внаслідок підвищення рівня шуму та інтенсивності руху спеціального транспорту, накопичення в районі видобування сланцевого газу токсичних та промислових відходів, які потребуватимуть вирішення питань їх утилізації та спеціальних заходів безпеки.

Застосування новітніх покращених технологій буріння та гідророзриву породи разом із застосуванням комплексного підходу до організації видобування сланцевого газу дозволяють значно скоротити техногенний вплив на навколишнє середовище.

Список використаних джерел

1. World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States, The U.S. Energy Information Administration, April 2011.
2. Shale gas: a provisional assessment of climate change and environmental impacts, Tyndall Centre for Climate Change Research University of Manchester, January 2011.
3. World Energy Outlook 2010, November 2011.
4. Environmental Aspects of Hydraulic Fracturing Treatment Performed on the Łebień LE-2H Well», Polish Geological Institute – National Research Institute Warsaw, November 2011.
5. Unconventional sources of natural gas: development and possible consequences for the Central Eastern European region, Masaryk university faculty of social studies International Institute Of Political Science, Brno 2012.

Дейнеко В. В. Сланцевый газ: экологические аспекты добычи (мировой опыт для Украины, аналитические оценки).

Приводится оценка мировых запасов сланцевого газа, рассматриваются перспективы его добычи, приводится сравнительная характеристика месторождений сланцевого газа в Польше и Украине. Кроме того, рассмотрены отдельные аспекты влияния добычи сланцевого газа на окружающую среду.

Ключевые слова: сланцевый газ, горизонтальное бурение, гидравлический разрыв породы, рынок газа.

Deineko V. V. Shale Gas: Environmental Aspects of Mining (World Experience for Ukraine, Analytical Evaluation).

The world resources of shale gas and the prospects of its extraction are examined. The comparative analysis of the Polish and Ukrainian shale gas basins is conducted. Special attention is paid to the ecological aspects of shale gas extraction and environmental impacts.

Key words: shale gas, horizontal drilling, hydraulic fracturing rocks, gas market.

Надійшло 04.12.2012 р.