

2. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник/ Н.Ф.Реймерс.– М.: Мысль, 1990. – 638 с.
3. З. Серебряков В.В. Экология Голосіівського лісу/ В.В. Серебряков. - Київ: Фенікс, 2007. – 336 с.
4. Екологічний стан м. Києва: монографія/ [Бондар О.І., Троказ В.А., Риженко Н.О. та інш.]; за заг.ред. О.І. Бондаря. - К.: ТОВ «АМГ». - 2008. – 95 с.
5. Риженко Н.О., Кавецький В.М. Екотоксикологічна оцінка фітотоксичності Cd, Cu, Zn, Pb за умов моно- та мультиметалічного забруднення ґрунту / Н.О. Риженко, В.М. Кавецький // Наукові записки НАУКМА. -2009. – т.69.-С. 77-81.
6. Valavanidis A., Vlachogianni Th. Metal Pollution in ecosystems. Ecotoxicology Studies and Risk Assessment/ A. Valavanidis, Th. Vlachogianni //Science advances on Environment, Toxicology and Ecotoxicology issues. - 2010: www.chem.-tox-ecotox.org/wp/wp-content/uploads/2010/01/02-Metals-17_01_2010.pdf
7. Риженко Н.О. Біокумуляція Pb, Cd, Zn,Cu при імпакті забрудненні – екотоксикологічний критерій якості довкілля / Н.О. Риженко // "Екологічні науки". - 2012. -№1.- с. 46-55.
8. Куценко С.А. Основы токсикологии: научно—методическое издание/С.А. Куценко. - С-Пб.:ООО: Издательство Фолиант, 2004. - 720 с.
9. Ernst H., Aspects of ecotoxicology of heavy metals in the Hars region - a guided excursion/H. Ernst, S. Kratz, F. Knolle, E. Schug. - 2004, 2:53-71: www.literatur.vti.bund.de/digbib_extern/bitv/xi033838.pdf
10. P. Mamatha, S. Salamma, A. V. N. Swamy, and B. Ravi Prasad Rao (2014) Quantitative and risk analysis of heavy metals in selected leafy vegetables, Der Pharma Chemica, 6(3), 179-185, (7 pages), <http://derpharmachemica.com/archive.html>
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов.- М.: Агропромиздат, 1985.- С.313-316.
12. Методика моніторингу земель, що перебувають в кризовому стані/ [Медведев В.В., Лактіонов Т.М., Балюк С.А. та інш.]; за заг. ред. Медведева В.В. - Харків: ІГ, - 1998. – 88 с.
13. Шарло Г. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений / Г. Шарло – М.:Наука, 1969. – 657 с.
14. Кавецький В.М. Методичні вказівки по визначенню Hg, Zn, Co, Cd, Cu, Ni в ґрунті, рослинах, у воді методом тонкошарової хроматографії, № 50-97 від 19.06.97./В.М. Кавецький, Н.А.Макаренко, А.М. Лішук, Г.О. Буожис, С.В. Кавецький// Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах в кормах и внешней среде: сб. - К.: Минэкологии Украины, 2001. – Вып.29. – С. 18-24.
15. Крук Л.С. Метод газорідинної хроматографії для визначення залишків пестицидів/Л.С. Крук // Захист рослин.-1999.-№7.-С.22.
16. Kavetsky V.M., Ryzhenko N.O. Physical and Chemical Criteria for Pesticides Determination and risk Assessment in Ecosystem/ V.M. Kavetsky, N.O. Ryzhenko// Polish J. Chem. – 2008. - vol. 82, No. 3 (2008). -pp. 361-369.
17. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В.Б. Ильин, А.И. Сысо. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. - С. 30-31.
18. Kabata-Pendias (2011) Trace Elements in Soils and Plants, CRC Press, Boca Raton, 2011.
19. Brian J. Alloway (Editor) Heavy metals in soils. Trace elements and Metalloids in Soils and their Bioavailability, Third edition / Alloway Brian J.- UK, Springer, 2010. - 235 p.
20. Riffat Naseem Malik, Syed Zahoor Husain, Ishfaq Nazir (2010). Heavy metal contamination and accumulation in soil and wild plant species from industrial area of Islamabad, Pakistan, Pak. J. Bot., 42(1), 291-301, (10 pages).
21. N.O. Ryzhenko, V.N. Kavetsky (2004). Criteria of bioaccumulation of toxic elements as a hygienic index of crop production quality. Problems of Nutrition, 3, 17-26, (9 pages).

УДК 504:631.459:622.3:553.541 (477)

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА РІЗНИХ СТАДІЯХ ОСВОЄННЯ РОДОВИЩ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ

Рудько Г.І.¹, Савлущинський О.М.²

¹ Державна комісія України по запасах корисних копалин
вул. Кутузова, 18/7, 01133, Київ
office@dkz.gov.ua;

² Міністерство екології та природних ресурсів України
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, Київ
dei2005@ukr.net

Розглянуто особливості геологічної будови і розробки покладів сланцевого газу. Описано технологію гідравлічного розриву пласта щодо впливу на навколишнє середовище. Визначено та проаналізовано головні екологічні загрози та ризики, які виникають в процесі видобування сланцевого газу. Запропоновано рекомендації, що дозволять запобігти останнім. Охарактеризовано перспективні регіони України для видобування газу з нетрадиційних покладів, визначено чинники екологічної небезпеки в їх межах. **Ключові слова:** сланцевий газ, вуглеводнева сировина, родовища, екологічні ризики, навколишнє середовище.

Рассмотрены особенности геологического строения и разработки залежей сланцевого газа. Описана технология гидравлического разрыва пласта по влиянию на окружающую среду. Определены и проанализированы главные экологические угрозы и риски, которые возникают в процессе добычи сланцевого газа. Предложены рекомендации, которые позволят предотвратить последним. Охарактеризованы перспективные регионы Украины для добычи газа из нетрадиционных залежей, определены факторы опасности в их пределах. Ключевые слова: сланцевый газ, углеводородное сырье, месторождения, экологические риски, окружающая среда.

Environmental security environment at different stages of development of shale gas. Rudko G., Savluchynskyy A. The features of the geological structure and development of shale gas. The technology of hydraulic fracturing on the impact on the environment. Identified and analyzed the main environmental threats and risks that arise in the process of extracting shale gas. The recommendations that will prevent the latter. Characterized promising regions of Ukraine for gas production from unconventional deposits, factors identified environmental hazard within them. **Keywords:** shale gas, hydrocarbons, deposits, environmental risks, environment.

В центрі уваги України постійно перебуває питання ефективного використання енергетичного потенціалу земних надр та одержання нових енергетичних джерел, розвитку національного нафтогазовидобутку для забезпечення енергетичної незалежності країни. За наявності достатнього вуглеводневого потенціалу Україна не може

забезпечити себе газом, а використання дорогого імпортного газу не дозволяє ані підвищити добробут населення та створити конкурентно спроможну експортну складову економіки держави.

Необхідність дослідження й використання нетрадиційних джерел вуглеводневої сировини задекларована як

альтернатива традиційним видам вуглеводневої сировини, зменшує енергозалежність і є чинником, що сприятиме посиленню техногенного навантаження та зниженню рівня екологічної безпеки в регіонах, перспективних для цих видів сировини.

До Енергетичної стратегії України на період до 2030 року включено питання оцінки потенціалу видобутку сланцевого газу, але початок великомасштабного комерційного видобутку затримується, оскільки цей процес є набагато складнішим, ніж видобуток традиційного газу [1].

Сланцевий газ належить переважно до розсіяного газу в порово-тріщинних порожнинах, пов'язаних із особливостями нашарування пелітоморфних

сланцевих товщ, включаючи газ закритих пор і сорбований мінеральними та органічними речовинами, приуроченими до слабopроникних пластів, що зумовлює низькі дебіти свердловин [6]. Газ складається з метану і його гомологів (етан, пропан, бутан) із сірководню, діоксиду вуглецю, азоту, водню і гелію, іноді спостерігається підвищений вміст радону. Проникність газоносних сланцеватих порід дуже низька (менше 0,1–1 мД), внаслідок чого їх матриця практично позбавлена ефективною пористості. Замість суцільної газової фази, яка міститься у суцільно-проникних колекторах, газ у сланцеватих породах знаходиться у вигляді газових бульбашок і в сорбованому вигляді (рис. 1).

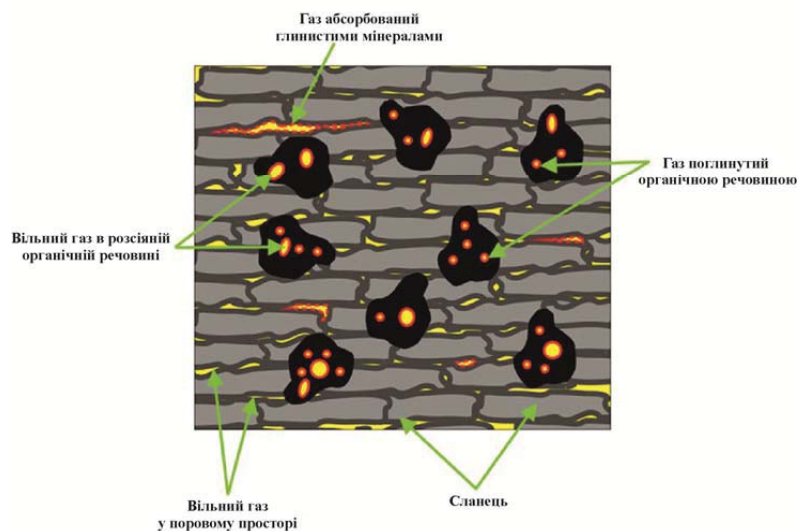


Рис. 1. Основні форми знаходження природного газу в сланцевих породах [22]

Специфічні особливості видобування сланцевого газу вимагають використання технологій буріння сверд-

ловин, спрямованих на підвищення їх продуктивності. Для того, щоби вилучити газ із сланцеватих порід, дово-

диться застосовувати складну і високотартісну технологію – буріння свердловин з горизонтальною частиною ствола, гідророзрив пластів і розклинювання тріщин пропантами. Сучасна технологія видобутку сланцевого газу передбачає буріння однієї вертикальної свердловини і декількох горизон-

тальних довжиною до 2–3 км та здійснення гідравлічного розриву пласта (рис. 2). Гідравлічний розрив – це процес введення суміші води, піску та хімічних речовин в газоносні породи під надзвичайно високим тиском (500–1500 атм).

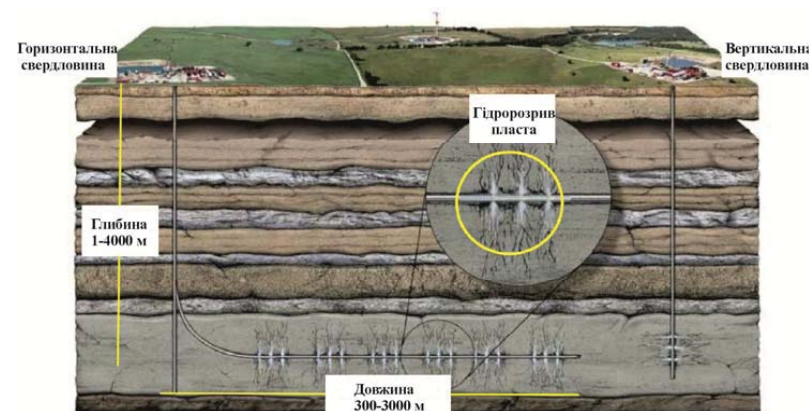


Рис. 2. Гідравлічний розрив пласта

Видобування нетрадиційних вуглеводнів суттєво впливає на природні ландшафти і екосистеми через використання земельних майданчиків для будівництва свердловин і розміщення обладнання для буріння та проведення гідророзриву.

Найбільше ризиків та загроз впливу на довкілля виникає у випадку традиційних родовищ та в процесі буріння й експлуатації свердловини і власного видобування газу.

Метою дослідження є визначення екологічних ризиків та загроз на різних стадіях видобутку газу "нетрадиційного" типу в Україні, а саме сланцевого газу.

Першою країною в світі, якій вдалось подолати значні технологічні,

екологічні та економічні проблеми реалізації проектів видобутку нетрадиційного газу, були США, які стали світовим лідером з видобутку і майже повністю задовольняють внутрішній попит країни власними ресурсами. Фактично США є єдиною країною, в якій активно розвивається видобування сланцевого газу тут займають у середньому площу 300 на 50 км і розташовані на незаселених територіях. В Європі, у т. ч. й в Україні, таких незаселених площ немає [9].

На різних стадіях освоєння родовищ вуглеводнів ступінь впливу на навколишнє середовище змінюється. Умовно можна виділити кілька стадій техногенного навантаження (техноге-

незу), поява яких зумовлена різним впливом джерел техногенного навантаження на довкілля [6].

Характерними для джерел *первинного техногенезу* є те, що вони розсосереджені на значних площах, не піддаються контролю й оцінюванню їх впливу на довкілля, зумовлюють тимчасове відчуження земель, а їх вплив проявляється фрагментарно. *Вторинний техногенез* активізується при будівництві довгострокових споруд (бурових майданчиків, кушів свердловин, інших промислових і господарських об'єктів), які різною мірою впливають на компоненти довкілля. На етапі вторинного техногенезу існує небезпека забруднення гідросфери і ґрунтів продуктами відходів буріння, порушення ґрунтового покриву, ушкодження лісів, прояв небезпечних геологічних процесів.

Третинний техногенез настає при експлуатації інфраструктури видобувного підприємства. Переважно для приповерхневої частини літосфери ця стадія виявляється розвитком небезпечних (екзогенних) геологічних процесів, що пов'язані з експлуатацією стаціонарних пристроїв (осідання поверхні, зсуви, інші зміни і явища під лінійними спорудами); забрудненням ґрунтового покриву, підземних і поверхневих вод флюїдами, що видобуваються, побутовими стоками, продуктами технології підготовки нафти і газу, паливно-мастильними матеріалами, іншими речовинами.

На відміну від джерел первинного і вторинного техногенезу вплив джерел третинного техногенезу вкрай складно піддається вивченню і прогнозуванню, оскільки він виявляється на пізніших стадіях освоєння родовищ. Їх прояв не виключений також і після ліквідації

інфраструктури родовища (наприклад, засолення водоносних горизонтів із прісними підземними водами внаслідок вертикальної міграції солоних вод уздовж позатрубного простору неякісно заглушених свердловин або через літологічні вікна в перекривних породах).

На стадії підготовки та вивчення ділянки видобування (якщо родовище нетрадиційного газу є новим) компанія-розробник спочатку аналізує первинну інформацію (зокрема, геологічні оцінки) та проводить буріння кількох пошуково-розвідувальних свердловин. Саме за результатами розвідування та обробки деталізованих даних компанія приймає рішення щодо повноцінного видобування. Тривимірне сейсмозвідування та мікросейсмозвідування використовують для кращого визначення меж підземних структур, а також (завдяки технології обчислення залежності амплітуди відбиття від відстані) для оцінювання прямих ознак вуглеводнів [10]. Це дозволяє виявляти газ у малих, складно доступних колекторах, які не розпізнавалися попередніми методами. Окрім власне розвідки, 3D-сейсміку використовують у ході промислового видобування для моніторингу та контролю проведення різних стадій ГРП.

Місцерозташування об'єкта в межах ліцензійної ділянки обирають з урахуванням не тільки геологічних структур ділянок надр, але й інших показників, у тому числі наближеності населених пунктів та існуючої інфраструктури, стану місцевого довкілля, доступності водних запасів, можливостей утилізації відходів, а також наявності сезонних обмежень [11].

Після визначення місця для свердловини компанія повинна отримати

права на використання землі та звернутися до відповідних органів влади за дозволом на будівництво. Компанія має в обов'язковому порядку надати проект оцінки впливу процесів буріння на навколишнє середовище (ОВНС), який має пройти низку експертиз (у т. ч. екологічну) та перевірок (зокрема, на предмет безпеки праці), в ході яких детально вивчатиметься обладнання, напрямки майбутнього буріння, параметри кластера, наближеність до шахт або існуючих свердловин, геологію, графік роботи, ризики протікання рідин, а також плани з облаштування.

Буріння горизонтальних та похилоспрямованих свердловин використовують через те, що чимало природних тріщин у пластах нетрадиційного газу є вертикальними. Відтак, при бурінні вертикальних свердловин більша їх частина є незадіяною. Проходження горизонтальної частини ствола через весь пласт дозволяє перетнути більшість таких щілин [12]. Порівняно з традиційним бурінням такі свердловини покривають більші площі під землею та дозволяють скоротити обсяг використання земель на поверхні [13]. Розміщення на одному майданчику кластера з кількох горизонтальних свердловин дозволяє ще більше скоротити ці площі, а отже зменшити негативний вплив на довкілля, витрати на розбудову інфраструктури і експлуатаційні витрати, а також знизити рівень шуму та інтенсивність руху вантажно-го транспорту.

Будівництво свердловини для видобутку нетрадиційного газу поділяється на дві фази – буріння та облаштування. Під час буріння у свердловину закачують буровий розчин, який, серед інших завдань, контролює тиск і

видаляє шлам зі свердловини. Буровий розчин зберігають в мобільних контейнерах або викопаних ізолюваних резервуарах. Після використання буровий розчин разом із намитим шламом підлягає екологічно безпечній утилізації. Для уникнення надходження технологічних розчинів і рідини для ГРП у водоносні горизонти при будівництві свердловин створюють два шари непроникних бар'єрів, у тому числі металеві обсадні колони та цементування. Найважливішими конструктивними особливостями такого захисту є буріння свердловини відповідно до проекту, розміщення обсадної колони в центрі стовбура свердловини, що перевіряється перед її цементуванням (за допомогою централізаторів, розміщених через однакові відстані вздовж корпусу обсадної колони), а також якісний цементний розчин.

Для визначення оптимального облаштування свердловини потрібен ретельний аналіз структури колектора, пористості й проникності порід, рівня насиченості, тиску і температурних градієнтів. Відразу після завершення буріння кінець обсадної колони, яка зацементована по всій довжині стовбура свердловини аж до газоносних порід, перфорують його для безпосереднього розкриття продуктивного пласта. У процесі видобування вуглеводневої сировини отримують також відпрацьовані розчини і відходи, для яких створюють окрему програму поводження та утилізації.

Вода, що підіймається до гирла свердловини після проведення ГРП, підлягає збиранню, очищенню від хімікатів та утилізації. Найприйнятнішим методом знешкодження стічних вод є утилізація, що застосовується й на родовищах традиційної сировини –

закачування СПВ у підземні водоносні горизонти зони уповільненого водообміну. Повторне використання такої води істотно зменшує необхідність забору води з природних джерел.

Вплив розвідки та експлуатації родовищ вуглеводнів нетрадиційного типу потрібно розглядати як окремо по компонентах довкілля (атмосферне повітря, водні об'єкти, ґрунти, рослинний і тваринний світ, мікроклімат, надра, ландшафти), так і в комплексі. Особливу увагу слід приділяти потенційним джерелам впливу. Це комплекси і споруди, що будуть створюватись для виробничої інфраструктури при розробці родовищ. Як основні види впливу на довкілля при розвідці та розробці родовищ цього типу потрібно розглядати хімічне і фізичне забруднення.

Охорона водних ресурсів під час розробки сланцевого газу викликає серйозне занепокоєння не тільки в Україні і є одним із найбільш спірних питань у розробці сланцевого газу в світі. Через те, що технологія видобування сланцевого газу використовує спрямоване буріння і часто може розташовувати допоміжні споруди на централізованій ділянці, споруди з видобування сланцевого газу мають бути розміщені, щоб не порушувати водойми. Винятком може бути розташування та побудова трубопроводів та інших лінійних об'єктів, пов'язаних з видобуванням та транспортуванням газу, що мають проходити над чи під водоймами. За винятком цих рідких випадків прямого впливу на водойми, мають бути враховані важливі потенційні впливи на кількість та якість водних ресурсів, що включають:

– використання великої кількості води для гідравлічного розриву;

– забруднення підземних та поверхневих вод скиданням стічних вод (короткострокове) та видобутою водою (довгострокове);

– ерозія та зливні стоки через пошкодження землі внаслідок короткострокової будівельної діяльності та довгострокової промислової діяльності, включаючи використання існуючих та нових доріг;

– забруднення підземних та поверхневих вод внаслідок неправильного або неналежного цементування, обшивки свердловин та гідравлічного розриву.

Видобування сланцевого газу пов'язане з використанням великих обсягів води, яка закачується у свердловину разом із піском та хімічними речовинами для виконання гідравлічного розриву та для буріння свердловин, тестування трубопроводів та обробки видобутого газу. В процесі видобування сланцевого газу може використовуватися вода із поверхневих джерел, централізованих систем водопостачання, підземних джерел, а також частково зворотна вода з попередніх свердловин. Вибір джерела водопостачання залежить від місцевих умов, законодавчих норм та економічних факторів. Обсяги використання води для буріння і гідророзриву на кожному свердловину можуть суттєво відрізнятися на різних родовищах сланцевого газу і навіть на свердловинах одного родовища.

Зворотна вода містить не лише воду, яка була закачана в свердловину, а й природну воду, яка містилася в товщі сланцевих порід та вивільнилася під час гідророзриву. Така суміш може мати високий вміст солей, а також містити органічні речовини, метали та природні радіоактивні речовини. Ос-

новними способами поводження зі зворотною водою є закачування її у спеціальні утилізаційні свердловини, очищення та скид у поверхневі водні об'єкти та повторне використання. Воду зі зворотного плинну очищують, в першу чергу, від солей. Найбільш поширеним методом очищення є використання селективних мембран, які під високим тиском фільтрують іони солей або спеціальних суспензій, які кристалізують солі в осад. Щоб позбутись небезпечних мікроорганізмів, проводять також дезінфекцію рідини. Зворотна вода після очищення може знову використовуватися в інших свердловинах, закачуватися в старі свердловини (утилізаційні свердловини) чи зберігатися на поверхні в спеціальних резервуарах.

Забруднення підземних вод вуглеводнями та хімічними речовинами, які використовуються для буріння та виконання гідророзриву пласта, вважається чи не найбільшим екологічним ризиком при видобуванні сланцевого газу. Причиною забруднення підземних вод можуть бути природні вертикальні розломи в товщі порід, зміна гідрологічного режиму внаслідок закачування великої кількості води, порушення цілісності обмуровування та обсадки свердловини, розливи рідини для гідророзриву або бурового шламу на поверхні тощо.

Основні типи потенційного забруднення підземних вод внаслідок видобутку сланцевого газу – це проникнення газоподібних вуглеводнів (метану, етану, пропану) у водоносні горизонти, забруднення підземних вод хімічними речовинами для гідророзриву внаслідок розливів на поверхні або технологічних помилок під час проведення гідророзриву, проникнен-

ня забруднюючих речовин (солей, важких металів) із глибоких горизонтів у водоносні горизонти.

Потенційна небезпека порушення правил при гідророзриві з використанням хімічних сполук, що може призвести до серйозних наслідків для довкілля, завжди існує, проте при правильному використанні вони є безпечними. Дослідження, які роками проводяться на території США, свідчать, що ймовірність забруднення води при гідророзриві виникає не від самого факту його проведення, а через помилки при проектуванні, неналежне цементування, неправильне поводження з хімічними речовинами. Саме тому дуже важливо контролювати якість виконання робіт оператором, дотримуватись відповідних стандартів і вимог до процесу видобування, здійснювати постійне регулювання і нагляд [15].

Важливим побічним продуктом видобування сланцевого газу є викиди метану під час видобутку та транспортування (витоки) та опосередковано, викиди двоокису вуглецю від використання енергії під час виробничих процесів (непрямі викиди). Крім того, викиди двоокису вуглецю відбуваються під час спалення природного газу зі сланцевих родовищ кінцевими споживачами. Витоки при видобуванні сланцевого газу відбуваються, коли разом із зворотньою водою, яка повертається на поверхню через стовбур свердловини після проведення гідравлічного розриву, виділяється значна кількість метану. Додаткові викиди метану відбуваються при розбуруванні пробок, що відокремлюють різні стадії гідророзриву до початку видобутку природного газу. Для його запобігання оператори повинні вести постійний моніторинг і контроль на свердловині до, під

час та після видобування газу. Одним із варіантів забезпечення такого нагляду є будівництво моніторингових станцій по всьому периметру бурової або контроль викидів безпосередньо біля гирла свердловини.

На основі вищевикладеного можна виділити основні рекомендації для мінімізації потенційних екологічних ризиків видобування сланцевого газу:

1. для убезпечення від потрапляння розчинів, які використовують для гідророзриву пласта, до джерел води та екосистем, кожен свердловину слід оснащувати сталевими обсадними колонами, які опускають нижче водонесних зон і відповідного водонепроникного шару. Проміжок між стінками обсадних колон і породою має бути заповнений цементом, що створює додатковий захисний шар;

2. тиск під час гідророзривів слід визначати індивідуально залежно від характеристик конкретного пласта з таким розрахунком, щоб тріщини в товщі сланців (а, відповідно, й рідина, що вводиться), поширювалися вгору і вниз від ствола свердловини на відстань не більше 30-100 м;

3. рідину, яку відкачують на поверхню разом із газом і пластовими водами, обов'язково слід утилізувати або використовувати для наступних гідророзривів;

4. у районах розвідки передбачити можливість утилізації значних обсягів технічної породи, яка відбирається під час бурових робіт (близько 1350 м³ на кожні з 6-ти свердловин);

5. враховувати можливість міграції сланцевого газу від місця його розробки на значну відстань (до 20 км) з його неконтрольованим виходом на поверхню чи потраплянням до резервуарів питної води;

6. для уникнення небезпеки забруднення довкілля хімічними речовинами, що використовуються в рідинах для гідророзриву (досвід США та ЄС), слід розробити жорсткі нормативи їх застосування, перевезення і зберігання, а також здійснювати необхідні інспекційні перевірки, в т.ч. герметичності контейнерів, у яких перевозяться і зберігаються хімічні речовини [21].

Необхідно враховувати екологічні ризики при закачуванні в надра технологічних розчинів для гідророзриву гірських порід. Для виявлення та оцінки таких ризиків, зокрема, щодо забруднення основних горизонтів прісних підземних вод, які є стратегічним ресурсом гарантованого питного водопостачання, необхідні дослідження з використанням сучасних технологій [7].

Галузі, які беруть активну участь у розвідці та видобутку нетрадиційного газу, повинні гарантувати, що забруднення водних ресурсів (територіальних, морських і підземних) не перевищує певний максимум концентрації хімічних речовин і забруднювачів. Необхідно розробляти програми моніторингу та створювати адекватні інформаційні системи для інформування громадськості. Першим необхідним кроком у довгостроковому використанні цього газу є потреба у розробці стратегії моніторингу і розвідки для України. Перед проведенням масштабної розвідки слід впровадити необхідну нормативну базу для створення безпечного середовища для України та можливих інвесторів.

Енергетика має надзвичайно важливе значення для економіки та чинить великий вплив на більшість галузей які залежать від її функціонування. Надійне, стабільне, достатнє, економі-

чно ефективне, екологічно прийнятне забезпечення енергетичними ресурсами економіки країни є запорукою її енергетичної безпеки, а отже сталого розвитку. Перспективи видобутку сланцевого газу в Україні вирішальною мірою залежать від розв'язання екологічних проблем, що супроводжують розвиток виробництва. Тому, передусім потребують чіткого визначення комплекс екологічних, соціальних наслідків та економічних вигод для побудови максимально ефективної політики розвитку енергетики.

Необхідно провести ретельні дослідження з метою уточнення умов видобутку сланцевого газу та прогнозування наслідків його впливу. Проведення цих робіт має бути прозорим, а результати – відкритими. До початку видобутку сланцевого газу необхідно підготувати відповідну інфраструктуру.

Проведення робіт з вивчення проблеми сланцевого газу включає:

– збір та аналіз даних про світові ресурси вуглеводнів, пов'язаних із сланцевими товщами, геологічний і літолого-стратиграфічний аналізи потенційних об'єктів та товщ сланцевих басейнів України;

– аналіз матеріалів буріння і геофізичних досліджень у межах цих об'єктів та вивчення речовинного складу, петрофізичних, петрографічних, мінералогічних особливостей сланців, вивчення форми знаходження вуглеводнів, їх компонентного складу, ізотопії, аналіз можливостей геофізичних методів, зокрема 3-D моделювання, для попередньої оцінки потенційного значення сланців як джерела вуглеводнів;

– створення геолого-геохімічної моделі родовищ вуглеводнів,

пов'язаних із сланцевими товщами, розробка наукових основ оцінки ресурсів і запасів сланцевого газу, геолого-економічна оцінка доцільності промислового освоєння родовищ вуглеводнів, пов'язаних із сланцями.

Основними екологічними загрозами та недоліками розвідки і видобування сланцевого газу на території України є:

– значне порушення поверхні, втрата природних ландшафтів, вилучення великих земельних площ з ризиком незворотної втрати родючих ґрунтів;

– вилучення значних об'ємів води (від 5 до 20 тис. м³ на одну свердловину), якої в Україні і зараз не вистачає, навіть для питних потреб;

– застосування технології гідророзриву з використанням хімічних речовин, небезпечних для довкілля, може призвести до забруднення водонесних горизонтів і втрати підземних питних джерел. Очевидними є технологічні проблеми зберігання і очистки сотень тисяч тонн забруднених вод через відсутність підприємств, що можуть знешкоджувати такі відходи. В Україні відсутні екологічні нормативи для частини хімічних речовин, що застосовуються у процесі буріння, випробування та експлуатації свердловин;

– існує велика ймовірність виникнення деформацій поверхні, підвищення сейсмістості, землетрусів. Тому застосування гідророзриву в таких умовах може призвести до неконтрольованого поширення технологічних рідин та газів у геологічному середовищі [20].

Оцінка запасів прісної води, у тому числі для технологічних потреб, та загрози її забруднення мають враховуватись при прийнятті рішень щодо

видобутку сланцевого газу у першочерговому порядку. Більшості прямих негативних впливів на водні об'єкти можна уникнути при забезпеченні гнучкості у розміщенні споруд з розвитку сланцевого газу. Найкращий міжнародний досвід та моніторинг забезпечення виконання законів треба впроваджувати на кожному етапі розробки сланцевого газу: дозвіл на свердловину, взяття зразків перед бурінням, стандарти будівництва свердловини, завершення її облаштування, підключення трубопроводів, видобування газу, завершення її роботи.

За результатами наукових досліджень та з урахуванням світового досвіду слід проводити випереджальну інформаційну кампанію серед місцевих громад щодо переваг і ризиків видобутку сланцевого газу.

Оскільки на сьогодні в Україні досвіду спорудження свердловин саме на сланцевий газ немає, то важливим є вивчення та узагальнення світового досвіду, що дає змогу вдосконалити технології спорудження свердловини. Окрім питань технологічного характеру гостро постає питання екологічної безпеки. Основне занепокоєння викликає метод гідророзриву пласта (ГРП або hydrofracking), який використовується для видобутку нетрадиційних видів газу, що може призвести до забруднення водоносних горизонтів, виникнення землетрусів, сприяти неконтрольованому виходу газу на поверхню.

Більшість експертів сходяться на думці, що за запасами сланцевого газу Україна посідає 4 місце в Європі після Польщі, Франції, Норвегії. За попередніми оцінками, прогнозні ресурси сланцевого газу в Україні становлять 5–8 трлн м³, при цьому видобувні – 1–1,5 трлн м³. Найбільш перспективними

регіонами для видобутку нетрадиційних вуглеводнів в Україні є Західний і Східний нафтогазоносні регіони. Ресурси газу щільних порід можуть становити від 2 до 8 трлн м³: у Східному регіоні – 3–8,5 трлн м³, Західному – 1–2 трлн м³. Прогнозні ресурси газу слабопроникних верхньокрейдяних відкладів Карпатського регіону оцінено в 1,1 трлн м³ [16]. Ці нафтогазоносні регіони є зонами, що потребують посиленого екологічного контролю.

У межах Східного нафтогазового регіону перспективними щодо відкриття родовищ природного газу є традиційний газ, газ ущільнених порід, сланцевий газ, газ вугільних пластів на території Юзівської площі, що розташована в Донецькій та Харківській областях (рис. 3). Дослідження засвідчили, що потенційні родовища ділянки, загальна площа якої становить 7800 км², здатні щороку давати 10 млрд м³ природного газу [7].

У січні 2013 року енергетична компанія «Шелл», ТОВ «Надра Юзівська» і Уряд України підписали угоду про розподіл продукції на розвідку, розробку і видобуток вуглеводнів на території Юзівської ділянки [23].

Початковий етап геологічного вивчення на Юзівській ділянці передбачає отримання двохвимірних та трьохвимірних сейсмічних даних та буріння свердловин. Вважається, що це дасть змогу провести ефективну розвідку та оцінку існуючих покладів вуглеводнів, зокрема, оцінку потенціалу природного газу в ущільнених пісковиках Юзівської ділянки. Передбачається, що Юзівський проєкт буде реалізований відповідно до міжнародних стандартів охорони навколишнього природного середовища та соціальної відповідальності.

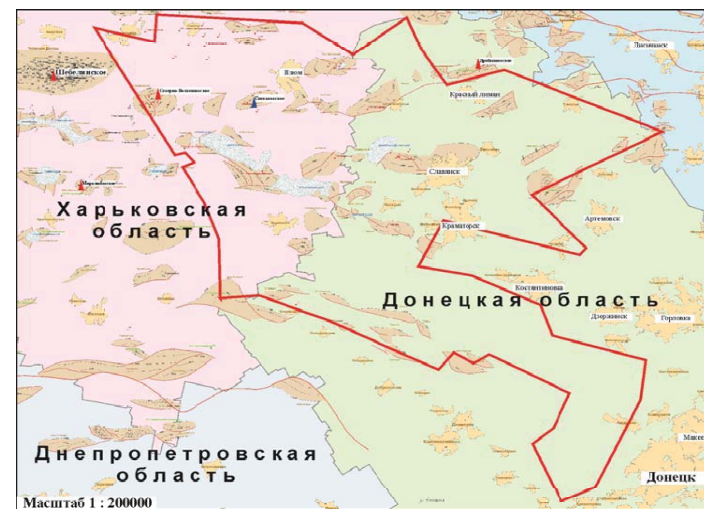


Рис. 3. Схема розташування Юзівської площі

До початку реалізації Проєкту з розвідки, розробки і видобутку вуглеводнів на території Юзівської ділянки було проведено комплексну оцінку стану навколишнього середовища. Метою цих досліджень було:

- визначення стану навколишнього, соціального середовища і здоров'я населення до початку проведення будь-яких робіт, пов'язаних з розвідкою або видобутком вуглеводнів;
- визначення потенційних ризиків та потенційних змін об'єктів на досліджуваній території та встановлення наявності слабких місць у наявній документації з навколишнього середовища;
- створення картографічної геоінформаційної бази даних із визначеними екологічними і соціальними об'єктами та інфраструктурою.

Встановлені компоненти довілля і соціальної сфери на території Юзівської ліцензійної ділянки, які можуть впливати під час реалізації етапів Проєкту. Найвразливішими серед них є:

- ґрунтові і поверхневі води;
- питне водопостачання населених пунктів;
- стан забруднення ґрунту, води і атмосферного повітря;
- рідкісні і цінні види рослин і тварин, що мешкають на території ділянки;
- спеціальні охоронні території (природно-заповідний фонд);
- здоров'я населення;
- землекористувачі (промисловість, сільське господарство, видобувна галузь, населені пункти);
- об'єкти археологічної і соціально-культурної спадщини.

Крім того, було проведено оцінку сейсмічної активності території, проаналізовано рівень шумового забруднення території, оцінено забруднення снігового покриву на основі аналізу космічних знімків, зроблених у зимовий період, здійснено пошук і картографування об'єктів, які можуть обмежити реалізацію проекту.

Юзівська перспективна площа, де вже пробурено перші дослідні свердловини у Біляївську-400 та Ново-Мечибилівську-100, характеризується особливими чинниками екологічної небезпеки на шляху до видобування "нетрадиційного" газу:

- ділянка розміщена в межах техногенно навантаженого регіону;

- розломні зони є потенційними шляхами вертикальних перетікань забруднювальних речовин від зон гідророзривів до питних водоносних горизонтів (сеноманського, юрського);

- складність геологічної будови – складчастість (Південнодонбаська складчато-блокова монокліналь);

- Східний регіон України є маловодним, водозабезпечення здійснюється переважно з поверхневих джерел (р. Сіверський Донець) та магістральними каналами. Існує загроза втрати стратегічних запасів підземних вод Харківської та Донецької областей, а також можливого забруднення ріки Сіверський Донець;

- існування бальнеологічних курортів (Слов'янськ, Світлогорськ), спелеосанаторію "Соляна симфонія", родовища кам'яної солі в Соледарі.

Через економічну недоцільність виконуються роботи з підготовки свердловин до ліквідації, а бурові майданчики – до рекультиваци. Одним із ключових питань, що хвилює громадськість, є утилізація відходів. Україн-

ські природоохоронні стандарти дозволяють утилізувати відходи буріння безпосередньо на майданчику, але компанія "Шелл" ухвалила рішення про розміщення відходів на спеціалізованому полігоні, а не на буровому майданчику, а такий варіант утилізації є більш дорожчим. Розпочато роботи з вивезення відходів буріння та їх утилізації на Дергачівському полігоні у Харківській області. Рідину, яка вийшла із свердловини після проведення гідророзриву на Біляївській-400, було вивезено й утилізовано на спеціалізованому підприємстві у Харкові. На свердловині Ново-Мечибилівська-100 у Близнюківському районі гідророзрив не проводився.

У межах Західного нафтогазоносного регіону виділено тільки одну ліцензійну ділянку – Олеську площу, що розташована на густонаселених територіях Івано-Франківської та Львівської областей (рис. 4).

За результатами проведеного аналізу, обсяги видобутку сланцевого газу на Олеській ділянці станом на 2030 рік можуть становити 2,8 млрд м³ на рік в песимістичному сценарії, 5,6 млрд м³ на рік – у базовому сценарії та 11,1 млрд м³ на рік – в оптимістичному. Для досягнення таких обсягів видобутку потрібно пробурити близько 1000 свердловин, для яких необхідно буде створити біля 200 майданчиків площею від 1 до 3 га [17].

У листопаді 2013 р. Урядом України та компанією «Шеврон Україн Б.В» підписано угоду на роботи з пошуку й видобутку сланцевого газу на Олеській площі. Перед цим Міністерством екології та природних ресурсів було проведено державну екологічну експертизу проекту видобування вуглеводнів на цій ділянці, якою визначе-

но основні типи екологічних ризиків, що супроводжують видобуток газу з нетрадиційних джерел [24]:

- збереження земельного фонду в межах ділянки надр, наданої в користування, шляхом її зменшення при розробці шляхом кущового буріння декількох свердловин з однієї точки;

- уникнення виснаження та забруднення водних ресурсів внаслідок

захисту ґрунтових і приповерхневих вод від реагентів, які використовують при гідророзриві пласта під час проходження розрину під тиском, особливо на рівні водоносного горизонту, а також під час проведення самого гідророзриву та зменшення кількості води, необхідної для здійснення повного циклу видобутку.

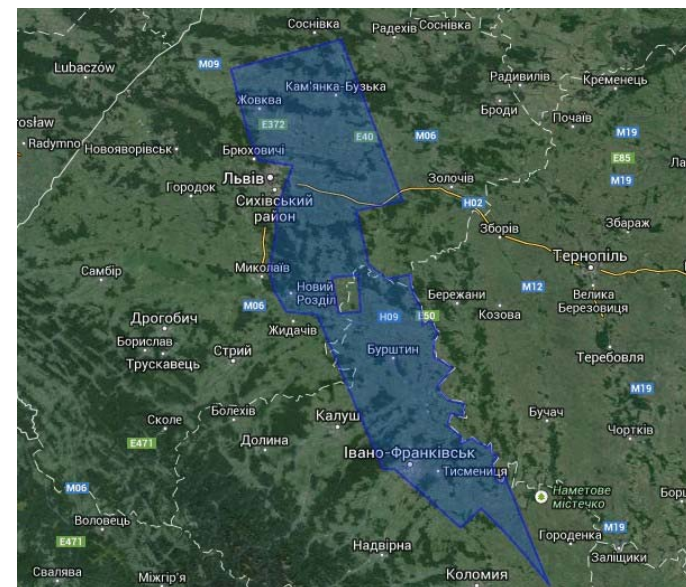


Рис. 4. Схема розташування Юзівської площі

Основними чинниками екологічної небезпеки на шляху до видобування "нетрадиційного" газу у Західному регіоні України, зокрема в межах Олеської ліцензійної ділянки, є:

- існування природоохоронних, екологічно вразливих територій, родовищ питних і мінеральних підземних вод (у межах Олеської площі розміщені водозабори для господарсько-

питного водопостачання міст північної частини Львівської обл., а також м. Львів; мінеральна вода "Олеська");

- складна тектоно-геодинамічна ситуація, структурно-тектонічна будова. Частина площі характеризується підвищеною сейсмічністю і тектонічною порушеністю – розломні зони можуть бути потенційними шляхами вертикальних перетікань забруднюва-

льких речовин від зон гідророзривів до водоносних горизонтів;

– велика щільність населення та його рівномірний розподіл у межах території;

– невизначеність із джерелами води для проведення гідророзривів і природними шляхами утилізації технологічних рідин. На Олеській площі планованого видобутку зараз знаходяться основні водозабори для комунального водопостачання всіх міст північної частини Львівської області, в тому числі й м. Львова;

– розвинена інженерна інфраструктура.

Також межі Олеської та Юзівської площ накладаються на існуючі об'єкти природно-заповідного фонду, де знаходяться рідкісні види флори і фауни не тільки "Червоної книги" України, але й Європейських списків. Цінні рекреаційні території мають потужний та оздоровчий потенціал, а також низьку родовищ цілющих мінеральних вод.

Для створення екологічної безпеки необхідно розробити комплекс природоохоронних заходів. Останні слід поділити на заходи: з охорони атмо-

сферного повітря; з охорони та раціонального використання водних ресурсів; заходи щодо покращення роботи з відходами виробництва, зниження їх утворення; заходи з охорони ґрунтів і земельних ресурсів.

Висновки. Дослідження нетрадиційних покладів вуглеводнів (сланцевого газу) необхідно розглядати через призму екологічної безпеки геологічного середовища за будь-якого виду робіт, що пов'язані з пошуком, розвідкою і розробкою родовищ вуглеводневих газів у сланцевих товщах та подальшим освоєнням ресурсів вуглеводнів.

Загалом, освоєння ресурсів вуглеводневого газу в слабопрониклих відкладах може істотно підвищити паливно-енергетичне забезпечення України власною сировиною. Проте, разом з цим необхідні цілеспрямовані наукові та експериментальні дослідження з визначення рівня екологічної безпеки освоєння ресурсів вуглеводневого газу, запобігання й мінімізації негативного впливу на екологічний стан геологічного середовища.

Література

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 р., схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 1071-р.
2. House of Commons. Energy and Climate Change Committee. Shale Gas //Fifth Report of Session 2010-12 :Volume I. – 2011. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.parliament.uk/ecc>
3. Modern Shale Gas Development in the United States: a Primer. – 2009. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://energy.gov/>
4. Касянчук С.В., Мельник Л.П., Кондрат О.Р. Особливості розробки покладів нетрадиційного газу // Нафтогазова галузь України. – 2013. – № 2. – С. 38–44.
5. Масевський Б.І. Щодо природи сланцевого газу і ефективності його пошуків / Б.І. Масевський, С.С.Куровець, В.Р.Хомин, Т.В.Здерка // Нафто- газова промисловість. – 2012. - № 3. – С. 50-54.
6. Рудько Г.І., Нецький О.В., Григіль В.Г. Постійно діючі різномасштабні еколого-технологічні моделі нафтогазоносних надр // Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин України та проблеми надрокористування (20 років ДКЗ): Зб. наук. пр. – Київ, 2013. С. 58–78.
7. Лялько В.І., Азімов О.Т., Яковлев С.О. Аерокосмічні та гідрогеологічні методи у вирішенні завдань екологічної безпеки при видобутку сланцевого газу в Україні / Екологія і природокористування, 2013, Випуск 16

8. Гаврило В.Я. Будьоний О.П. Оцінка екологічної безпеки розроблення родовища сланцевого газу // Сучасні технології у промисловому виробництві: матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів факультету технічних систем та енергоефективних технологій (м. Суми, 14–17 квітня 2015 р.): у двох частинах / редкол.: О. Г. Гусак, В. Г. Євтухов. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – Ч. 2. – 199 с.
9. Крупський Б.І. Видобування традиційного та нетрадиційного природного газу в Україні: стан, проблеми та перспективи (матеріали до круглого столу щодо перспектив видобутку природного газу в Україні) – [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.ngbi.com.ua/Ekspertna%20Rada/Doklad%20_Krupskiy.pdf.
10. Матеріали конференції IHS CERA: (звіти, заяви, виступи учасників) / консалтингова компанія IHS CERA; Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – Спеціальне дослідження «Природний газ та енергетичне майбутнє України». [К.] – 2012. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ihs.com/info/en/e/executive-conference-ukraine-2011.aspx>
11. Golden Rules for a Golden Age of Gas. [през-реліз]: International Energy Agency, 2012. – Електрон. дані. – Режим доступу: http://iea.org/media/WEO_GoldenRules_ForA_GoldenAgeOfGas_Flyer.pdf
12. Lisa Sumi. Shale Gas: Focus on the MarcellusShale [Oil&Gas Accountability Project]. – 2008.– [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.marcellus.psu.edu/resources/PDFs/Focusonthemarcellus.pdf>
13. An Overview of Modern Shale Gas Development in the United States. – 2008 – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.all-llc.com/publicdownloads/ALLShaleOverviewFINAL.pdf>
14. Shale Gas – a UK Energy Miracle?. – IGEM, 2011/Institutionof Gas Engineers and Managers. – ShaleGas– a UK Energy Miracle? [стаття] – IGEM, 2011, Institution of Gas Engineers and Managers. – Режим доступу : http://www.igem.org.uk/media/107958/IGEM-Shale_Gas-A_UK_energy_miracle-September_2011.pdf. Режим доступу: http://www.igem.org.uk/media/107958/IGEM-Shale_Gas-A_UK_energy_miracle-September_2011.pdf.
15. Therence H.Thom. Environmental Issues Surrounding Shale Gas Production / IGU.org – 2012. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.igu.org/gas-advocacy/2012-Apr_IGU%20Environmental%20Issues%20and%20Shale%20Gas.pdf/view
16. Хомин В.Р., Клюка А.Р., Мончак Л.С. Про перспективи відкриття покладів сланцевого газу на Прикарпатті // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ – 2013. – № 1(46). – С. 13–21. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://shalegas.in.ua>
17. Shale gas extraction in the UK: a review of hydraulic fracturing. – The Royal Society and The Royal Academy of Engineering. – June, 2012. – 76 p. – http://royalsociety.org/uploadedFiles/Royal_Society_Content/policy/projects/shale-gas/2012-06-28-Shale-gas.pdf.
18. Енергетичні ресурси геологічного середовища України (стан та перспективи) / за ред. Г. І. Рудько – Том 2. Чернівці : Букрек – 2014. – 520 ст.
19. Проблеми видобутку сланцевого газу в Україні: еколого-економічні аспекти // <http://osp-ua.info/analitics/9407-.html>.
20. Розвиток ринків нетрадиційного газу у світі та перспективи України // Національна безпека і оборона № 9 (127) – 2011, с. 30 – 36.
21. <http://infopoluki.pgi.gov.pl/en/gas/physical-properties-shale-rocks>
22. <http://www.shell.ua/aboutshell/our-business-tpkg/onshore/where-we-operate.html>
23. <http://www.orada.if.ua/fileadmin/documents/Rizne/SlancevyjGaz/ekspert.pdf>