

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 504.550.43 (477.8)

А. В. Пукіш¹, П. Г. Дригулич²

¹Науково-дослідний і проектний інститут ПАТ "Укрнафта",

²НАК «Нафтогаз України»

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВІДНОВЛЕННЯ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ПОКЛАДІВ

У статті проведено аналіз причин забруднення довкілля в процесі розробки нафтогазових родовищ на пізній стадії та після завершення їх експлуатації. На прикладі Бориславського родовища доведено, що розроблення родовищ на завершальній стадії та виведення їх з розробки може мати суттєві екологічні наслідки і потребує детального вивчення з точки зору впливу на довкілля.

Ключові слова: нафтогазове родовище, вуглеводні, регенерація, забруднення, ліквідація свердловин

The article analyzes the causes of environmental pollution during the development of oil and gas fields at the late stage and after the completion of their exploitation. An example of the Borislav deposit proved that the development of deposits at the final stage and their withdrawal from the development can have significant environmental consequences and require detailed study in terms of environmental impact.

Key words: oilfield, hydrocarbons, regeneration, pollution, liquidation of wells

Постановка проблеми. Основними наслідками довготривалого видобування нафти є забруднення практично усіх компонентів довкілля пластовими флюїдами – нафтою, газом, високомінералізованими пластовими водами. Значна частина учених-геологів світу на даний час, вважають, що нафта та газ є відносно невичерпними ресурсами, які здатні поновлюватись, разом з тим відновлюється також і енергія пласта.

Аналіз досліджень і публікацій. В. І. Созанський у роботі [1] обґрунтовано приходить до висновку, що родовища нафти і газу – системи, які самовідновлюються і є практично невичерпними. Крім того, вчений зазначає, що внаслідок ефузії та дифузії вуглеводні можуть розсіюватись у навколишній простір. При цьому темпи видобування нафти і газу значно перевищують темпи їх відновлення.

А. І. Вдовиченко, А. М. Коваль, П. М. Чепіль [2] зазначають про регенерацію покладів нафти і газу на низці родовищ в Україні, в тому числі в Дніпрово-Донецькій западині. На думку вчених щорічно промислові запаси нафти України можуть зростати на 8-12 мільйонів тон умовного палива, в основному за рахунок великих старих родовищ.

Авторами роботи [3] на основі порівняння досліджень стосовно фактичної та розрахункової кількості видобутої продукції робиться висновок про поповнення покладів Бориславської складки шляхом латеральної, а головне, вертикальної міграції флюїдів. Шляхи цього поповнення – розривні порушення та зони тріщинуватості. Крім того, у роботі [4] ці ж автори стверджують, що поклади вуглеводнів можуть формуватись і відносно швидко поповнюватись безпосередньо поблизу від нафтогазопідвідних каналів.

Ю. З. Крупський та В. П. Марусяк у роботі [5] довели, що відновлення покладів нафти і газу є реальним тривалим процесом, при цьому авторами зазначається про те, що вичерпаність підрахованих запасів покладу не може свідчити про виснаження родовища.

Узагальнюючи роботи [1–5] можна стверджувати, що згідно неорганічної теорії походження нафти, утворення пластових флюїдів відбувається на значних глибинах нашої планети. Такі процеси відбуваються постійно, проте проходять дуже повільно внаслідок утруднених шляхів міграції. З підняттям до поверхні температура розігрітої суміші вуглеводнів знижується, відповідно спадають і сили під дією яких відбувається міграція. З наближенням до поверхні зменшується і щільність гірських порід, тому протидія міграції газоподібної суміші знижується також. Внаслідок падіння температури вуглеводні переходять до рідкого стану і ще більше втрачають свою міграційну здатність. Частина газоподібних та твердих вуглеводнів (смоли, асфальтени) розчиняються у рідкій фазі. Інша частина газоподібних вуглеводнів формує газову шапку родовища і, в незначних кількостях продовжує міграцію, аж до поверхні Землі. Внаслідок чого над нафтогазовими родовищами утворюються геохімічні аномалії підвищеного вмісту метану у приповерхневих відкладах.

За відсутності щільного перекриття пластові флюїди можуть мігрувати до вищих шарів гірських порід, продовжуючи при цьому охолоджуватись та осідати у вигляді найбільш важких фракцій, легкі фракції при цьому виходили на денну поверхню та окислювались, як наслідок, відбувається наприклад формування та ущільнення озокеритових покладів. Слід зазначити, що жили озокериту Бориславського родовища є тектонічними порушеннями, що заповнені озокеритом.

Прискорення міграції може відбуватись внаслідок утворення різноманітних геологічних порушень, в тому числі внаслідок тектонічних рухів порід протягом мільйонів років. Прикладом такої прискореної міграції може бути виверження вулканів, під час цього явища вуглеводні, що можуть мігрувати до поверхні згорають. Внаслідок горіння вуглецю та водню виверження вулкану супроводжується викидами значних обсягів діоксиду вуглецю та водяної пари. Багато вчених дотримуються думки, що насичення верхніх шарів атмосфери діоксидом вуглецю та водяною парою в минулому відбувалось саме внаслідок численних вивержень вулканів [6]. Крім того, у роботі [7] вказується, що виділення вуглеводнів відбувається також під час землетрусів, які можна умовно назвати надпотужними сейсмозривами пластів.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. У вищезазначених роботах проблема відновлення нафтогазових родовищ розглядається переважно в контексті пошуків та видобування покладів нафти і газу. Проте, на нашу думку, не менш важливою в цьому плані є екологічна складова процесів відновлення вуглеводнів.

Постановка завдання. Таким чином, важливим завданням постає дослідження впливу на довкілля процесів регенерації вуглеводневих покладів.

Виклад основного матеріалу. З проведеного аналізу досліджень випливає, що процес надходження вуглеводнів до відносно малих глибин є безперервним, при цьому інтенсивність таких надходжень є набагато меншою за інтенсивність відбору флюїдів [1], тобто відбір вуглеводнів стає нерентабельним. За таких умов виникає небезпека міграції пластових флюїдів на денну поверхню, про що описано у роботах [5, 8] у кількостях, що здатні суттєво забруднювати компоненти довкілля та створювати небезпеку виникнення ситуацій техногенного характеру. Шляхами такої міграції можуть бути різноманітні гірничі виробітки (свердловини, шурфи, шахти, тощо) та природні порушення геологічного середовища. Виходячи з цього кожна з пробурених свердловин в перспективі може стати потенційним джерелом забруднення довкілля, ліквідувати яке дуже складно.

Деякі науковці вважають, що ліквідація нафтових і газових свердловин є недопустимою [9], і в подальшому такі свердловини повинні експлуатуватися, проте, на нашу думку, такий варіант розвитку подій є малоімовірним з двох причин:

- по перше, як уже зазначалось, темпи відбору пластових флюїдів багатократно перевищують темпи їх відновлення. Виходячи з цього для промислової експлуатації свердловини повинно пройти, за найбільш сприятливих умов, десятки, а скоріш за все сотні, інколи навіть тисячі років;

- по друге – це «старіння» свердловин, коли відбувається руйнування цементного каменю за колонного простору і обсадних колон, якими вони обладнані. Ця причина вказує на те, що свердловина має певний, порівняно короткий, часовий ресурс і в подальшому її експлуатація з технічних причин буде неможливою.

Виходячи з цього, виведення з експлуатації та/або ліквідації об'єктів нафтогазового комплексу може мати суттєві екологічні наслідки і потребує детального вивчення з точки зору впливу на довкілля. Це дозволить мінімізувати негативні екологічні ризики та розробити заходи та засоби зменшення впливу на довкілля процесів видобування вуглеводнів.

Яскравим прикладом негативного впливу на довкілля є тривала експлуатація Бориславського нафтового родовища і загазованість міста. Джерела надходження вуглеводневих газів у атмосферу на території міста Борислава за своїм генезисом поділяються на дві групи: техногенного походження та природного походження. Принципова схема такого поділу, наведена на рисунку.

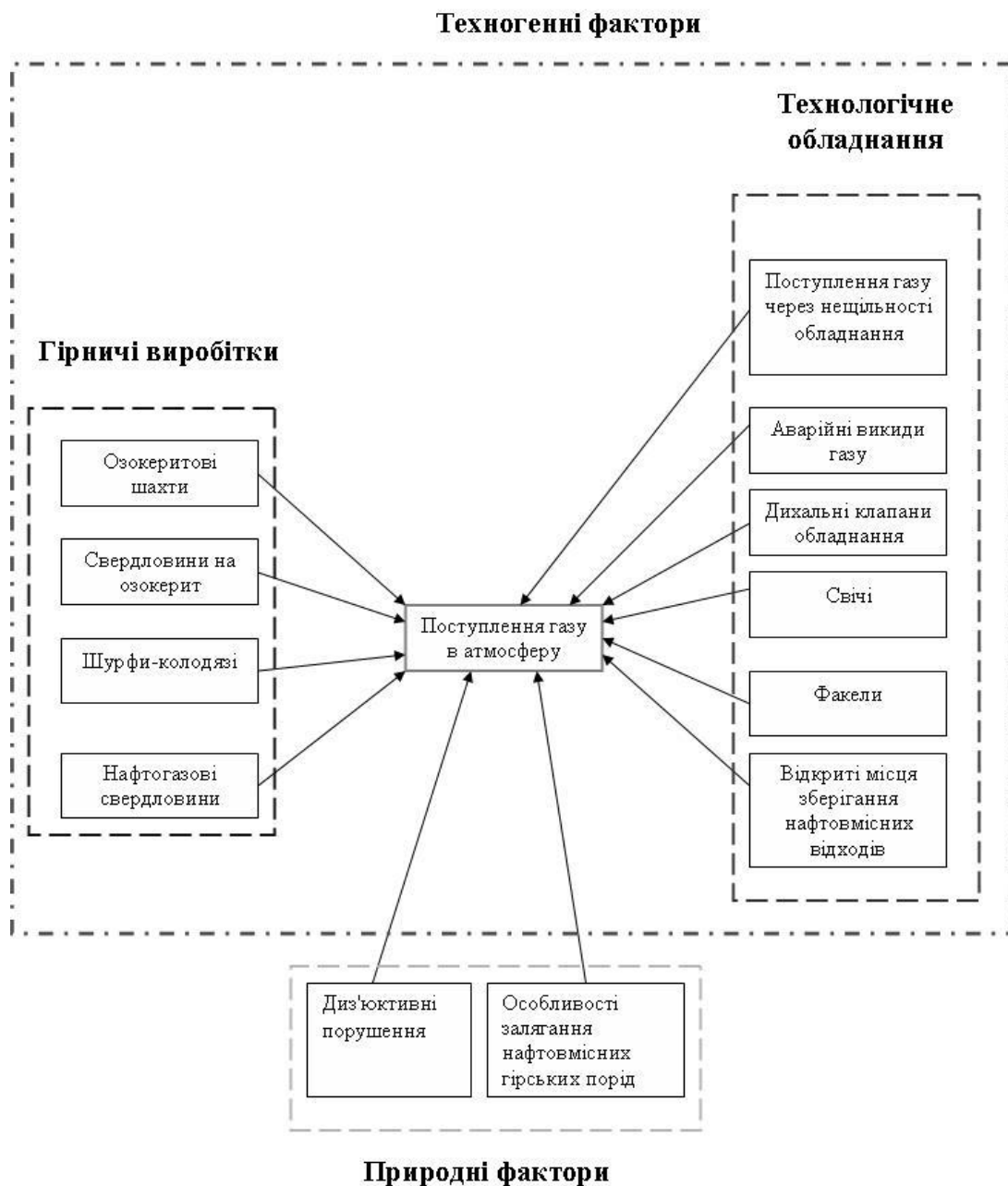


Рис. 1. Схема класифікації джерел надходження вуглеводневих газів у атмосферу

На даний час Бориславське нафтове родовище знаходиться на завершальній стадії розробки. Значна частина свердловин ліквідована або знаходиться в бездії. При цьому переважна більшість свердловин родовища ліквідована з причин значного обводнення продукції або через нерентабельність їх подальшої експлуатації. Крім того, ліквідація свердловин, що розкрили продуктивні поклади на родовищі могла відбуватись через виникнення різного роду аварій, усунення яких було неможливе, так звані ліквідовані свердловини з технічних причин.

На початку розробки Бориславського родовища суть технології ліквідації свердловин зводилась до зрізування гирлового обладнання і засипання глиною експлуатаційної колони та встановленням дерев'яного кілка (чопа) у свердловину чи накриття гирла дерев'яним щитом. Потім почали заварювати гирло. Пізніше встановлювати в експлуатаційній колоні цементні мости в межах від вибою до рівня перекриття інтервалів перфорації продуктивних горизонтів. Інколи встановлювали декілька мостів над інтервалами перфорації і на гирлі свердловини. Виведення свердловин з експлуатації у такий спосіб застосовується на більшості нафтових родовищ.

На наш погляд такий спосіб ліквідації гірничих виробіток забезпечує ізоляцію продуктивних горизонтів лише на, порівняно, короткий термін з наступних причин.

Згідно досліджень авторів [10] на сьогоднішній день загальний видобуток нафти Бориславського родовища сягає 31,92 млн т., при початково підрахованих запасах близько 4 млн т.

Таким чином, через певну кількість років у продуктивних горизонтах, що розкриті "ліквідованою свердловиною" можуть відновлюватися пластові тиски і флюїди у різний спосіб здатні мігрувати на денну поверхню чи здійснювати міжпластові перетоки. Така міграція може відбуватись, як через затрубний простір, так і безпосередньо експлуатаційною колоною свердловини внаслідок порушення зчеплення цементного моста (затрубного цементажу) з колоною, відсутністю цементажу затрубного простору, руйнування цементу, обсадних колон, тощо. Найбільш здатними до такого виду міграції є неглибокі ліквідовані свердловини з незацементованим затрубним простором. Інколи виконавцями порушується технологічна дисципліна і ліквідаційні мости встановлюються з порушенням, зокрема встановлюється тільки один міст вище отворів перфорації, не перевіряється його наявність та міцність. Яскравим свідчення цього був відкритий фонтан мінералізованої води зі свердловини №3-Уріж у 90-х роках минулого століття, через пошкоджену корозією запірну арматуру. У результаті відбулось забруднення ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод.

Крім цього, складна геологічна будова та довготривалий процес розробки нафтових і газових родовищ може призводити до зміни термогідродинамічних параметрів покладів, деформації гірських порід та порушення герметичності свердловин (діючих, ліквідованих, законсервованих), в яких відбуваються зминання, прориви обсадних колон, що знижує обсяги видобування нафти і газу та створює техногенне навантаження на навколишнє середовище.

Порушення експлуатаційних колон пов'язане, перш за все, із структурним положенням неотектонічно-активних розломів і ступенем їхньої активності, котрі обумовлюються сучасними рухами земної кори і викликають незворотні деформації у породах. Результати аналізу геологічної будови свідчать, що осередок активізації деформаційних процесів знаходиться у частині, перекритій Береговим насувом, який відзначається високою тектонічною активністю [11].

Цікавий факт про «злам» стовбура копанки (колодязя) наводиться в роботі піонерів видобутку нафти на теренах Мражниці (м. Борислав) [12]. Деформація стовбура копанки відбувалася не тільки за рахунок зносу нижньої частини, а й, безперечно, за рахунок скручування, причому поверхневий шар залишався без видимих зміщень. Завдяки прямокутному профілю копанки, було зафіксовано кручення приблизно в горизонтальній

площині. На жаль, такої інформації щодо свердловин немає, проте це не виключає відсутності цього виду деформації і у їхніх стовбурах.

Поверхневі зсувні процеси на ділянках розміщення свердловин у Бориславсько-Покутській зоні Карпат пов'язані з наслідками будівництва свердловин і облаштування родовища, розробкою нафтових та газових покладів, а також спровоковані глибинними тектонічними рухами і неотектонічною активністю даної території. На нашу думку та думку інших дослідників [13–15] основною причиною деформації свердловин є розривні порушення різної генези і рангу (насуви, скидозсуви, зони підвищеної тріщинуватості) та границі різкої зміни літологічних і фізико-механічних властивостей. Крім цього, міцність цементного каменю з роками в свердловинах слабшає. Як наслідок, все це може призводити до розгерметизації затрубного простору та міграції пластових флюїдів між пластами та на денну поверхню.

Міжпластові перетоки на родовищах нафти і газу можуть бути небезпечними через загрозу потрапляння до пластів із питними водами вуглеводнів або високомінералізованих вод. Виходячи з того, що гранично-допустима концентрація нафтопродуктів у воді становить лише 0,05 мг/дм³, навіть незначне надходження пластових флюїдів до питного водоносного горизонту, може спричинити до непридатності води для споживання населенням на десятки, а то й сотні років. За умов експлуатації нафтогазового родовища поблизу природно-заповідних зон, родовищ мінеральних вод, тощо, наслідки забруднення можуть набувати ще більших масштабів.

Слід також зазначити, що міграція пластових флюїдів через глибокі гірничі виробітки, зацементовані належним чином, може відбуватися через кілька десятків, навіть сотень років або не відбуватися взагалі.

Висновки. Таким чином, в результаті проведених досліджень обґрунтовано можливість довготривалого впливу на довкілля після завершення розробки нафтогазових родовищ, а також виведення з експлуатації та/або ліквідації об'єктів нафтогазового комплексу. На прикладі Бориславського родовища доведено, що розроблення родовищ на завершальній стадії та виведення їх з розробки може мати суттєві екологічні наслідки і потребує детального вивчення з точки зору впливу на довкілля. Такий факт необхідно враховувати під час проектування розробки родовищ та об'єктів нафтогазової промисловості. Це дозволить мінімізувати негативні екологічні ризики та розробити заходи та засоби зменшення впливу на довкілля процесів видобування вуглеводнів.

Література

- 1 Созанський В.І. Відновлення світових запасів нафти і газу як стратегічна проблема сучасності // Геологічний журнал. – 2013. - №2. - С. 68 – 74.
- 2 Вдовиченко А. І., Коваль А. М., Чепіль П. М. Нарощування видобутку вуглеводнів в Україні за рахунок відновлювальних процесів // Нафтогазова інженерія – 2017. – №. 1. – С. 112-121.
- 3 Кудряшов О. І., Мичак А. Г., Філіпович В. Є. Перспективи нафтогазоносності Бориславського нафтопромислового району за матеріалами космічних досліджень. // Стан, проблеми та перспективи нафтогазової промисловості України: матер. Міжнар. Наук.-практ. Конф. (м. Борислав, 7-9 вересня, 2012 рік). – Л.: Львів політех., 2012. С 53-55.
- 4 Мычак А. Г., Филипович В.Е. Геодинамические аспекты флюидодинамики территорий длительной нефтегазобычи / А. Г. Мычак, В.Е. Филипович // Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения академика П.Н. Кротопкина. – 2010. – С. 373–378.
- 5 Крупський Ю. З., Марусяк В. П. Відновлення покладів вуглеводнів та виявлення ліквідованих свердловин з пропущеними продуктивними горизонтами (на прикладі західного НГР) // ScienceRise. – 2015. – Т. 8. – №. 1 (13).
- 6 Липкин А.И., Гороховская Е.А. Концепции современного естествознания ч.2 (Биология и геология) Курс лекций, Москва-Берлин 2015, с. 51
- 7 Михайлов М.И., Капочкин Б.Б., Кучеренко Н.В, Капочкина А.Б. К дискуссии о проблеме возобновляемости ресурсов углеводородного сырья// Матеріали третьої міжнародної науково-

практичної конференції Екологічні проблеми нафтогазового комплексу, НПЦ "Екологія Наука Техніка", Київ-2007, с. 28-30

8 Дригулич П. Г., Пукіш А. В. Проблеми урбанізованих територій під час розробки нафтогазових родовищ (на прикладі міста Борислава) //Нафтогазова галузь України. – 2013. – №. 2. – С. 44-49.

9 Купер І. М. Деякі напрямки стабілізації видобутку нафти в Україні //Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2015. – №. 3. – С. 7-10.

10 Михалевич Л.В. Нафтові вершини Бориславського вуглеводневого басейну [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.wuogr.com.ua/novinu/naftovi-vershini-borislavskogo-vuglevodneвого-basaynu>

11 Redagowal K. Tolwinski. Kopalnie nafty i gazow ziemnych w Polsce / Tom I. Brzezne Karpaty Wschodnie. – Warszawa-Boryslaw-Lwow, 1929, – S. 17-24.

12 Куровець І.М., Грицик І.І., Зубко О.С., Дригулич П.Г. До причин деформації обсадних колон у Бориславсько-Покутській зоні Карпат//Нафтова і газова промисловість.-2012, №1 - С.21-24.

13 Friedl K. Das Erdolgebiet von Mrazniza in Polen. - Petroleum. Jahrg. XXV. Wien, 1929. – S. 21-26.

14 В.Г. Осадчий, В.В. Колодій, О.А. Приходько, І.І. Грицик, В.І. Пуцило, П.Г. Дригулич. Нафтогазовий комплекс та техногенно-екологічна безпека Західних областей України // Проблеми економії енергії. – Львів: ДУ „Львівська політехніка”, 1999. – С.326–327.

15 В. В. Колодій, О. А. Приходько, П. Г. Дригулич. Техногенно-екологічна безпека експлуатації нафтогазових родовищ // Проблеми економії енергії. – Львів: ДУ „Львівська політехніка”, 1999. – С. 328–330.

© А. В. Пукіш,
П. Г. Дригулич

*Надійшла до редакції 20 листопада 2017р.
Рекомендував до друку
докт. техн. наук Я. О. Адаменко*

УДК 553.98/504.43:504.4.054

*Д. В. Дядін¹, М. Ю. Журавель², П. В. Клочко²,
М. С. Бориць², В. В. Яременко³*

*¹Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,*

²ТОВ «СВНЦ Інтелект-сервіс ЛТД»

*³Спільне підприємство «Полтавська
газонафтова компанія»*

ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ПІДЗЕМНІ ВОДИ НА ДІЛЯНЦІ ПРОВЕДЕННЯ ГІДРОРОЗРИВУ ПЛАСТА

Досліджено стан підземних вод першого від поверхні водоносного горизонту на ділянці проведення гідророзриву пласта (ГРП) у свердловині 103Р Руденківського родовища Східного нафтогазоносного басейну. Спостереження, проведені до і після гідророзриву показали відсутність ознак забруднення ґрунтових вод компонентами рідин ГРП та зворотних вод. Вплив на бучацький водоносний горизонт, з якого відбирали воду для операцій ГРП, визнаний суттєво обмеженим за терміном і величиною відбору наявних запасів.

Ключові слова: гідророзрив пласта, підземні води, забруднення, оцінка впливу, рідини гідророзриву, зворотні води

Shallow groundwater conditions in the vicinity of hydraulic fracturing (HF) operations provided on the well 103R (Rudenkivske field, Eastern oil-gas-bearing basin) have been investigated.