

О. О. Орлов, М. І. Євдощук, В. Г. Омельченко, О. М. Трубенко

Можливість утилізації промислових токсичних відходів у пластах з аномально низькими пластовими тисками в Україні

(Представлено академіком НАН України І. І. Чебаненком)

Розглянуто проблему захоронення токсичних рідинних техногенних відходів нафтогазовидобувної промисловості та підприємств інших галузей у пластах з аномально низькими пластовими тисками в західному, східному і південному нафтогазоносних регіонах України.

Питання екологічної безпеки на території України, як і в цілому світі, постійно загострюється. Найактуальнішою проблемою людства залишається пошук шляхів подолання протиріч між неминучістю технічного прогресу та пов'язаного з ним погіршення екологічного стану планети Земля. Забруднення не тільки навколишнього середовища на суходолі, а й атмосфери та гідросфери (океанів, морів, річок, озер тощо) нашої планети невпинно зростає. На даний час більшість промислових підприємств, у тому числі і в нафтогазовій промисловій галузі, не обладнанні системами із замкнутими технологічними циклами виробництва.

Протягом багатьох років нами проводилося вивчення пластових тисків у нафтогазоносних регіонах України і за її межами. Встановлено, що в гідродинамічних системах в усіх трьох нафтогазоносних регіонах України — західному, східному та південному — повсюдно в розкритих відкладах серед нормальних гідростатичних (навіть аномально високих) пластових тисків зустрічаються пласти, для яких характерними є аномально низькі пластові тиски (АНПТ), що ізольовані товщами непроникних порід від нижче- і вищезалягаючих шарів з нормальними та аномально високими пластовими тисками (відповідно НПТ та АВПТ). У протилежному випадку спостерігалось б вирівнювання пластових тисків; гідрогеологічні умови характеризувалися б закономірністю збільшення гідростатичного тиску з глибиною. Відзначимо, що коефіцієнт аномальності (K_a) пластового тиску — це відношення значень заміряного пластового тиску до величини умовного гідростатичного тиску [1]. АВПТом вважається тиск при $K_a > 1,20$, НПТ — при $K_a = 1,20-0,95$ та АНПТ — при $K_a < 0,95$. В інтервалах буріння пошуково-розвідувальних свердловин з АНПТ, як правило, відзначаються поглинання промивної рідини. Іноді поглинання настільки значні, що існуючі методи їх ліквідації шляхом закачування цементуючих розчинів є абсолютно не ефективними, що призводить до необхідності перебурювання свердловин.

Пласти з АНПТ, що зосереджені в товщах осадових відкладів між непроникними породами з нормальними або аномально високими та аномально високими внутрішньопоровими тисками, називаємо п'єзомінімумами. Вони прогноуються різними геологічними і геофізичними методами, які розглядаються в публікаціях [1, 2].

У табл. 1 наведено результати безпосередніх замірів початкових пластових тисків (ППТ) та визначено величини K_a у природних резервуарах Зовнішньої зони Передкарпатського прогину [1]: у цій зоні в неоген-палеогенових і крейдяних відкладах в основному поширені занижені та аномально низькі пластові тиски з коефіцієнтами аномальності від 0,81 до 0,95 і лише в природних резервуарах Пинянського (глибина 2058 м), Садковицького і Залужанського газових родовищ заміряні початкові пластові тиски є підвищеними (K_a дорівнює відповідно 1,17, 0,87 й 1,08).

У Внутрішній зоні Передкарпатського прогину в насунутих один на одній тектонічних поверххах (складках-блоках) розвинуті головним чином підвищені і аномально високі пластові тиски у зв'язку із значним стисненням нафтогазоводоносних природних резервуарів, про що свідчать величини коефіцієнтів інтенсивності антиклінальних структур [1]. Але і тут в окремих блоках складчастих структур зустрічаються АНПТ. Наприклад, на глибині 1870 м у блоці Г-Д Спаського родовища ППТ відзначається коефіцієнтом аномальності, що дорівнює 0,9.

Більшість відкладів вуглеводнів у родовищах Зовнішньої зони Передкарпатського прогину на даний час значною мірою виснажені і деякі з них використовуються як підземні газові сховища. Але на значній кількості родовищ в окремих обводнених блоках деякі газові свердловини ліквідовуються, що є недоцільним. Природні резервуари з АНПТ та з виснаженими покладами газу на території Львівської, Івано-Франківської і частково Чернівецької областей. Їх можна використовувати для закачування в них рідинних шкідливих відходів різного походження (від промислових підприємств, токсичних залишків від розташування в минулому військових баз, а також побутових відходів, які часто скидаються в поверхневу гідросітку).

На сьогодні захоронення шкідливих побутових і промислових рідинних відходів у п'єзо-мініумах земної кори застосовуються в Росії, Франції, Китаї та інших країнах не тільки за допомогою свердловин, які виконали геологічні і видобувні задачі, а також шляхом буріння спеціалізованих свердловин у районах, де прогнозується наявність пластів з АНПТ [3–8].

Таблиця 1

Родовище / флюїд	Вік	Глибина, м	Початкові пластові тиски, МПа	Коефіцієнт аномальності початкового пластового тиску
Коханівське / нафта	Юра	1275	11,75	0,87
Пинянське / газ	Нижній сармат	2058	24,10	1,17
Хідновицьке / нафта	Сармат	1170	12,52	1,07
Залужанське / газоконденсат	Нижній сармат	2075,5	22,45	1,08
Садковицьке / газ	Те саме	1345	11,67	0,87
Дашавське / газ	”	640	7,36	1,15
Рудківське / газ	”	1056	10,05	0,95
Кавське / газ	”	851	7,86	0,90
Більче-Волицьке / газ	Верхня крейда	1030	9,87	0,95
Летнянське / газоконденсат	Нижній сармат	1092	10,00	0,91
Угерське / газ	Верхній тортон	1091	10,20	0,92
Гринівське / газ	Те саме	11,55	9,26	0,87
Кадобнянське / газ	Тортон	660	7,15	1,08
Косівське / газ	Нижній сармат	76	0,66	0,86
Ковалівсько-Черешенське / газ	Верхній тортон	2025	18,40	0,91
Краснопутненське / газ	Тортон	826	6,74	0,81

Баричні характеристики родовищ газу Закарпатського прогину — заміряні початкові пластові тиски та їх коефіцієнти аномальності в газових родовищах вуглеводнів [1] ілюструє табл. 2. З таблиці видно, що тут також розкриті відклади в основному з пластовими тисками за величинами, які нижчі за гідростатичні. Підвищені початкові пластові тиски зафіксовано тільки в Русько-Комарівському родовищі на глибині 1019 м ($K_a = 1,15$) та 1663 м ($K_a = 1,20$). Середня частина розрізу від 1197 до 1479 м характеризується пластовим тиском з коефіцієнтом аномальності від 0,90 до 0,82. Можна з певністю вважати, що в курортній оздоровчій Закарпатській області України є дуже великий потенціал для захоронення шкідливих промислових і побутових відходів у надрах не тільки геологорозвідувальними організаціями, що бурять пошуково-розвідувальні свердловини на нафту і газ, а й іншими підприємствами для зберігання нормальних екологічних обстановок.

Цікаво навести дані про наявність в осадовій товщі земної кори пластів з АНПТ (п'єзомінімумів) на півдні України, де здійснюється постійне забруднення техногенними відходами води Азовського моря та узбережжя Чорного моря не тільки підприємствами нафтогазовидобувної промисловості на суходолі, у шельфових зонах, а також підприємствами інших галузей. Особливо це стосується Азовського моря, де на узбережжі м. Маріуполь знаходиться всесвітньо відомий, державного значення для України, металургійний комбінат "Азовсталь".

На півдні України на Скіфській плиті та в Індольському прогині пробурено багато свердловин у процесі пошуків й розвідки нафтових і газових родовищ та для їх експлуатації. Тут майже повсюдно зафіксовано занижені і аномально низькі початкові пластові тиски (див. табл. 2). Так, на Скіфській плиті (Крим) аномально низькі і занижені початкові пластові тиски зафіксовано в палеоген-неогенових розрізах в газових родовищах: Чорноморському ($H = 2144$ м, $K_a = 0,50$); Оленевському ($H = 575$ м, $K_a = 0,77$); Міжводненському ($H = 225$ м, $K_a = 0,84$); Борзовському ($H = 667,5$ м, $K_a = 0,76$); Задорненському ($H = 613$ м, $K_a = 0,96$); Краснополянському ($H = 1096$ м, $K_a = 0,99$); Глібівському ($H = 1090$ м, $K_a = 0,99$); Кіровському ($H = 987$ м, $K_a = 0,94$). В Індольському прогині аномально низький ППТ зафіксовано в нафтових родовищах: Малобабчинському ($H = 250$ м, $K_a = 0,75$); Березівському ($H = 1047$ м за межами водонафтового контакту, $K_a = 0,80$); Мисовому ($H = 500$ м, $K_a = 0,75$). Горизонти в розрізі вуглеводневих родовищ півдня

Таблиця 2

Родовище / флюїд	Вік	Глибина, м	Початкові пластові тиски, МПа	Коефіцієнт аномальності початкового пластового тиску
Русько-Комарівське / газ	Сармат	1019	11,70	1,15
Те саме	Те саме	1197	11,30	0,90
"	"	1370	11,90	0,86
"	"	1479	12,20	0,82
Русько-Комарівське / газ	Палеоген	1663	19,90	1,20
Станівське / газ	Нижній сармат	300	3,63	1,21
Королівське / газ	Нижній неоген	710	7,61	1,07
Солотвинське / газ	Те саме	1205	11,00	0,90
Те саме	"	1340	14,70	1,09
"	"	1410	13,50	0,95
Мартівська площа / CO ₂	"	600	5,70	0,90
Те саме	"	700	6,10	0,87
"	"	900	8,90	0,98

України, що характеризуються заниженими і аномально низькими пластовими тисками, слід вважати потенційними об'єктами п'єзомінімумів для захоронення токсичних техногенних і побутових відходів.

При бурінні на нафту і газ глибоких та надглибоких свердловин у Дніпровсько-Донецькій западині необхідно ставити задачу виявлення депресійних шарів (п'єзомінімумів) у відкладах під великими товщами пермської та девонської солі для визначення можливих зон для захоронення токсичних рідинних речовин, у тому числі й радіоактивних, замість будівництва наземного сховища цих відходів у Київській області (у районі Чорнобиля). На сучасному етапі вирішення проблеми, пов'язаної з захороненням радіоактивних відходів у наземних сховищах та в печерах, прогресивні екологи в усьому світі відмовилися від цієї технології. На великих глибинах під значними товщами непроникних відкладів радіоактивні рідинні речовини з відносно малим періодом їх піврозпаду в стабільних умовах зберігати більш безпечно, ніж у наземних сховищах. У Франції вже застосовується захоронення радіоактивних відходів у надрах земної кори у районі Центральних Альп [8].

Таким чином, слід відзначити, що проблема захоронення шкідливих відходів, особливо техногенних (хімічних і радіоактивних), для людства має глобальне значення. Це зумовлює необхідність вже тепер вивчення в Україні світового досвіду створення підземних сховищ для особливо небезпечних техногенних відходів у п'єзомінімуміях у глибинних надрах земної кори.

1. Орлов А. А. Аномальные пластовые давления в нефтегазоносных областях Украины. – Львів: Вища шк. Вид-во при Львів. ун-ті, 1980. – 188 с.
2. Чебаненко И. И., Орлов А. А., Жученко Г. А. и др. О возможности прогнозирования аномально низких пластовых давлений по данным электрометрии в скважинах // Геол. журн. – 1986. – 46. – С. 53–58.
3. Абукова Л. А., Яковлев Ю. И. Природоохранная технология освоения нефтегазового потенциала Восточной Сибири // Междунар. науч.-практ. конф. “Экологическая геология: научно-практические, медицинские и экономико-правовые аспекты”, 2–4 февр. 2009 г. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2009. – С. 35–38.
4. Акулиничев Б. П. Особенности гидрогеологических исследований при обосновании и создании полигонов хранения жидких производственных отходов в водоносных горизонтах с аномально низким пластовым давлением // Наука и техника в газовой промышленности: Геология, бурение, разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений. – Москва: Информ. реф. центр ОАО “Газпром”, 2005. – № 1. – С. 16–33.
5. Дмитриевский А. Н. Мировые ресурсы углеводородов и экологические проблемы их использования // Глобальные экологические проблемы на пороге XXI века: (Материалы конф.), Москва, 19–21 апр. 1998. – Москва, 1998. – С. 262–272.
6. Трофимов В. Т., Зилинг Д. Г., Барбошжина Т. А. и др. Экологические функции литосферы. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 2000. – 432 с.
7. Xie X., Jiao J. J., Tang Z., Zheng C. Evolution of abnormally low pressure and its implications for the hydrocarbon system in the Southeast Uplift zone of Songliao Basin, China // Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. – 2003. – 87, No 1. – P. 99–119.
8. Diamond L. W. Underpressured paleofluids and future fluid flow in a planned radioactive waste repository: Proc. of the 9th Intern. Water-Rock Interac. Congr. (WRI-9), Sept. 22–26, 1998. – Таупо, 1998. – P. 769–772. – [N.Z.].

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу
Міністерство охорони навколишнього
природного середовища України, Київ*

Надійшло до редакції 08.06.2010

A. A. Orlov, N. I. Evdoshuk, V. G. Omelchenko, A. N. Trubenko

A possibility of utilization of toxic industrial wastes in reservoirs with abnormally low pressures in Ukraine

The problem of burying the liquid toxic technogenic wastes of the oil and gas producing industry and the enterprises of other industries in reservoirs with abnormally low pressures in the western, eastern, and southern oil- and gas-bearing areas of Ukraine is considered.