



Державна служба  
геології та надр  
України



ДКЗ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
Інститут геологічних наук Національної академії наук України  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
Львівський національний університет імені Івана Франка

2024 

# МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

IX міжнародна науково-практична конференція

## НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ. ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ

7-11 жовтня 2024, м. Львів, Україна

IX international scientific-practical conference

## SUBSOIL USE IN UKRAINE. PROSPECTS FOR INVESTMENT

7-11 october 2024, Lviv, Ukraine

## СТАН ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ УТИЛІЗАЦІЇ СУПУТНІХ ПЛАСТОВИХ ВОД НА ДОБРІВЛЯНСЬКОМУ ГАЗОКОНДЕНСАТНОМУ РОДОВИЩІ (ПЕРЕДКАРПАТТЯ)

*Гарасимчук В.Ю.<sup>1</sup>, к. геол. н., v\_harasymchuk@ukr.net;*

*Медвідь Г.Б.<sup>1</sup>, к. геол. н., halmedvid@gmail.com;*

*Чебан О.В.<sup>2</sup>, к. геол., ovcheb2015@gmail.com;*

*Телегуз О.В.<sup>1</sup>, к. геогр. н., olga\_teleguz@ukr.net,*

*1 – Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, м. Львів, Україна,*

*2 – ТОВ "НГСН", Київ, Україна*

Проведено аналіз стану екологічної безпеки при утилізації супутніх пластових вод в частині мінімізації впливу на підземні води на прикладі Добрівлянського газоконденсатного родовища. Моніторинг підземних вод ділянки Добрівлянського газоконденсатного родовища для четвертинного водоносного горизонту показав, що якісний стан води залишається незмінно добрим. Додатково було відібрано і проаналізовано води із колодязів домогосподарств с. Добрівляни. За фізико-хімічними параметрами відібрані води відповідають гігієнічним вимогам до води питної, призначеної для споживання людиною. Встановлено, що утилізація супутніх пластових вод на Добрівлянському газоконденсатному родовищі відбувається згідно "Правил розробки нафтових і газових родовищ" і з дотриманням принципу екологічної конверсії.

## ENVIRONMENTAL SAFETY DURING THE UTILIZATION OF PRODUCED WATER AT THE DOBRIVLIANY GAS CONDENSATE FIELD (PRECARPATHIAN REGION)

*Harasymchuk V.<sup>1</sup>, Cand. Sci. (Geol.), v\_harasymchuk@ukr.net;*

*Medvid H.<sup>1</sup>, Cand. Sci. (Geol.), halmedvid@gmail.com;*

*Cheban O.<sup>2</sup>, Cand. Sci. (Geol.), ovcheb2015@gmail.com;*

*Telehuz O.<sup>1</sup>, Cand. Sci. (Geogr.), olga\_teleguz@ukr.net,*

*1 – Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine,*

*2 – "OGSN LLC", Kyiv, Ukraine*

The article analyzes the state of environmental safety during the utilization of produced water in terms of minimizing the impact on groundwater on the example of the Dobrivliany gas condensate field. Monitoring of groundwater in the Dobrivliany gas condensate field for the Quaternary aquifer showed that the water quality remains consistently good. Additionally, water was sampled and analyzed from the wells of households in the Dobrivliany village. According to the physical and chemical parameters, the water sampled meets the hygienic requirements for drinking water intended for human consumption. It has been established that the utilization of produced water at the Dobrivliany gas condensate field is carried out in accordance with the "Rules for the Development of Oil and Gas Fields" and in compliance with the principle of ecological conversion.

**Вступ.** Розвиток екологічної кризи в сучасному світі вимагає відмови від екологічно небезпечних технологій у багатьох галузях промисловості. Екологічної конверсії потребує і видобувна промисловість. Під терміном «екологічна конверсія» у нафтогазовій промисловості розуміємо застосування таких технологій, що ведуть до мінімального споживання енергії, природних ресурсів, мінімального впливу на довкілля, повне знешкодження усіх видів відходів, що утворюються внаслідок такої діяльності.

Одним з найбільш шкідливих факторів впливу нафтогазової промисловості на довкілля є накопичення супутніх пластових вод (СПВ). СПВ є побічним нецільовим продуктом видобутку нафти, газу та газового конденсату. Вони піднімаються на поверхню із свердловини разом з вуглеводневою продукцією, часто утворюють їхні суміші, що потребує додаткових затрат для їх сепарації чи «осушення» газів. У процесі розробки родовища частка вуглеводневої продукції у суміші зменшується, натомість зростає частка СПВ. На завершальному етапі розробки родовища частка СПВ може перевищувати 90 %, що призводить до економічної недоцільності подальшої експлуатації свердловин.

У світі використовують наступні підходи щодо утилізації цих вод: скидання в океан (у випадках, коли видобуток вуглеводнів ведеться у морській акваторії, а СПВ мають невисоку мінералізацію та лімітовані вмісти органічних речовин), закачування у глибокі водоносні

горизонти, евапорація, вторинне використання у промисловості і сільському господарстві (іригація нехарчових рослин за умов високої очистки таких вод) [1]. Останній підхід є найбільш актуальними для країн Близького Сходу, які володіють обмеженими ресурсами природних вод. Найчастіше СПВ повертають у виснажені горизонти вуглеводневих родовищ, звідки ці води і поступили. Нагнітання цих вод слугує також додатковим механізмом підняття пластового тиску з метою інтенсифікації видобутку вуглеводнів.

**Мета дослідження** – аналіз стану екологічної безпеки при утилізації СПВ, а саме, мінімізації впливу на підземні води, на прикладі Добрівлянського газоконденсатного родовища (ГКР).

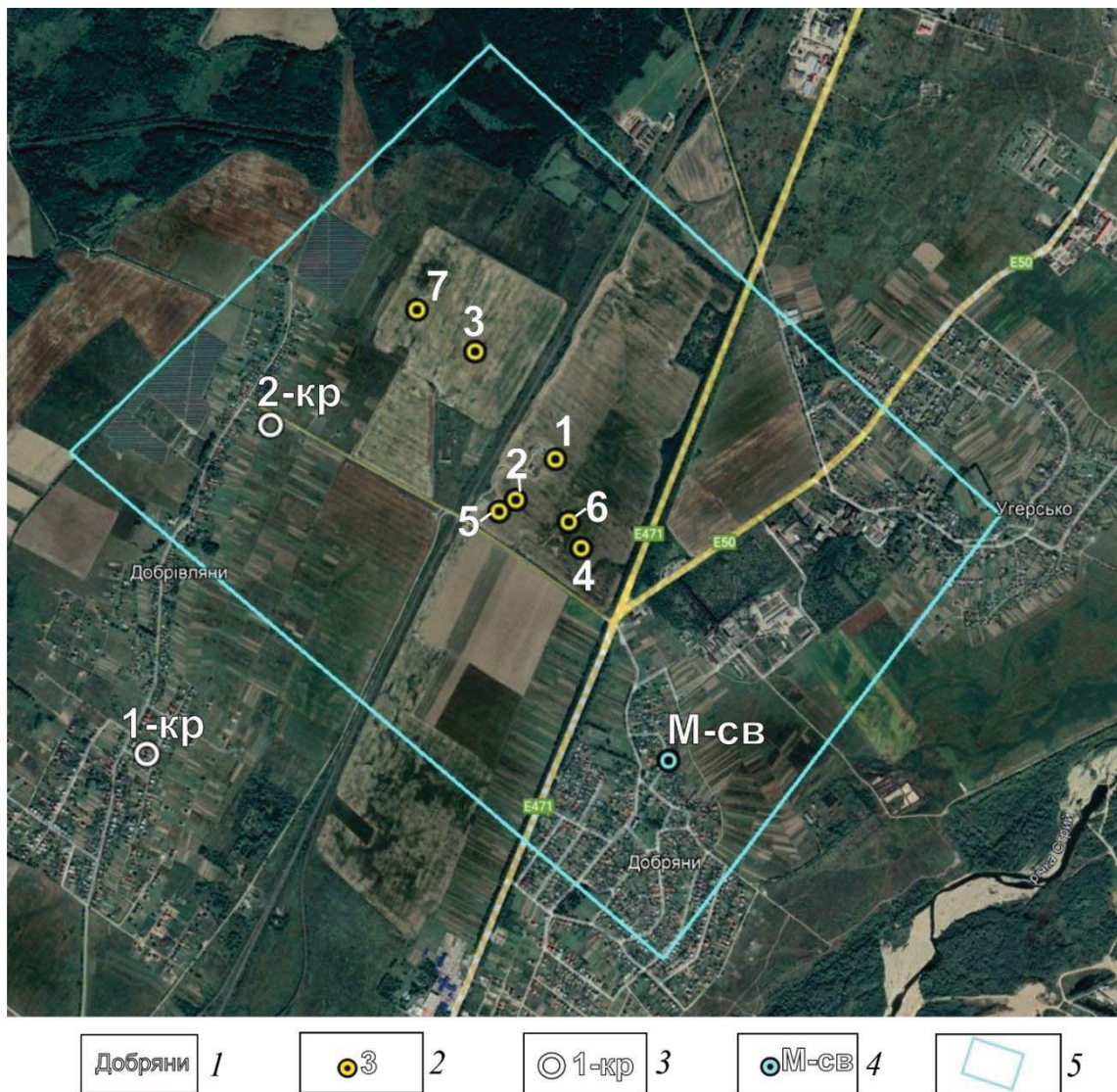
**Матеріали і методи.** В Україні підходи щодо утилізації СПВ регламентуються "Правилами розробки нафтових і газових родовищ", затверджених наказом Міністерства енергетики України № 118 від 17.03.2017 р. Згідно цього документа заходи з охорони навколишнього середовища мають включати повну утилізацію СПВ шляхом нагнітанням їх в продуктивні пласти з метою підтримання пластового тиску або в глибокі поглинальні горизонти. Підготовчі роботи передбачають відділення СПВ від нафти чи газового конденсату, очищення від механічних домішок і сполук Феруму, які можуть колювати поровий простір поглинаючого горизонту.

Для вибору пласта-колектора з метою повернення в нього СПВ визначальними умовами є геолого-тектонічна будова структури та її гідрогеологічні характеристики, які забезпечуватимуть надійну ізоляцію поглинальних горизонтів. Необхідними умовами також є достатня ємність поглинального горизонту (потужність, пористість і проникність) та геохімічна сумісність підземних вод із СПВ [2, 3].

Хіміко-аналітичні визначення виконані в Лабораторії проблем геоєкології ІГГГК НАН України, компетенція якої затверджена Свідоцтвом про відповідність вимогам ДСТУ ISO 10012:2005 «Системи керування вимірюваннями. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання» № РЛ 035/24 від 05 червня 2024 р., чинне 5 років, видане Львівським науково-виробничим центром стандартизації, метрології та сертифікації ДП «Львівстандартметрологія».

**Результати та їх обговорення.** Геологічна будова та нафтогазоносність. Добрівлянське ГКР знаходиться у північно-західній частині Косівсько-Угерської підзони Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину. Розріз родовища сформований платформенними карбонатно-теригенними мезозойськими ( $K_2+N_1k$ ) та глинисто-евапоритовими і піщано-глинистими моласовими кайнозойськими відкладами ( $N_{1bd}+N_{1s}$ ). Регіональним водотривким шаром між ними є відклади тираської світи та баранівські верстви бадену. Тектонічні порушення переважно прослідковуються в крейдово-карпатійських ( $K_2-N_1k$ ) відкладах. Добрівлянське ГКР відкрито в 2016 році, при випробуванні із свердловини 1-Добрівляни в інтервалі глибин 1142-1136 м отримали проплив газу дебітом 16,12 тис. м<sup>3</sup>/добу на штуцері 6,02 мм при пластовому тиску 4,33 МПа. Протягом 2016-2019 рр. на території родовища було пробурено 7 свердловин, при випробуванні яких, отримані промислові припливи газу з горизонтів  $N_{1s1}$  (НД-9, НД-12) та  $K_2-N_1k$ . У 2017 р. родовище введене в пробну експлуатацію (рис. 1).

Гідрогеологічні умови. В мезозойсько-карпатійському комплексі водоносними є пісковики та вапняки верхньої крейди і пісковики та алевроліти карпатію. Припливи вод в свердловинах становили 200-600 м<sup>3</sup>/д при зниженні рівня на 100-200 м від статичного. Мінералізація вод комплексу становить 67,4-100,3 г/дм<sup>3</sup>. Води мають хлоридний натрієвий макрокомпонентний склад. Значення генетичних коефіцієнтів ( $r_{Na/rCl} - 0,88-0,99$ ,  $Cl/Br - 233-287$ ) за відповідної мінералізації відображають механізм давньої елізії солянок вилуговування із глинисто-соленосних молас Стебницького покриву та заповнення ними платформенних порід-колекторів [4]. Комплекс характеризується ознаками застійного гідродинамічного режиму. Ці води є підшовними для покладу газового конденсату.



**Рис. 1. Схема розташування свердловин та точок відбору проб води:**  
**1 – населені пункти; 2 – видобувні свердловини; 3 – криниці;**  
**4 – моніторингова свердловина; 5 – межа Добрівлянської площі**

В баден-сарматському комплексі водоносними є проверстки пісковиків та алевролітів нижнього сармату, які залягають лінзами серед глинистих порід. Внаслідок цього припливи пластових вод у свердловини становили 5-20 м<sup>3</sup>/д і є малоактивні при розробці газових покладів. Мінералізація вод знаходиться переважно в інтервалі 33,8-40,8 г/дм<sup>3</sup>. Води мають хлоридний натрієвий, рідше хлоридний кальцієво-натрієвий макрокомпонентний склад. Понижені значення гNa/rCl (0,82-0,85) вказують на давню седиментогенну генезу та тривалу метаморфізацію вод комплексу. Комплекс характеризується ознаками застійного гідродинамічного режиму. По відношенню до газових покладів НД-12б, НД-12а ці води є підшовними [5].

Зона активного водообміну (глибина проникнення прісних інфільтраційних вод – четвертинний водоносний горизонт) в межах ділянки родовища не перевищує 6 м.

Припливи пластових вод в експлуатаційні свердловини Добрівлянського родовища відбуваються з початку його введення в промислову експлуатацію. Вони видобуваються разом із газом та газовим конденсатом і далі транспортуються трубопроводами на установку підготовки газу (УПГ). На УПГ відбувається збір продукції газових свердловин, періодичні заміри дебіту свердловин, відокремлення пластової води, дегазації рідин, адсорбційна осушка газу, компримування низьконапірного газу та подача товарного природного газу у

вихідний газопровід. Відділені СПВ скидаються для зберігання в підземні ємності-відстійники. На виході з відстійників встановлені фільтри, які очищають СПВ від нафтопродуктів та завислих речовин.

Свердловина №4 експлуатувала продуктивні горизонти НД-12а і НД-9б з 2017 р. по 2019 р. У грудні 2019 р. у зв'язку з виснаженням газового покладу свердловина була переведена у спостережний фонд. Пласт-колектор НД-12а у свердловині № 4 характеризується сприятливими умовами для повернення СПВ: середня пористість – 19,5 %, проникність – 0,1-0,8 мілідарсі, потужність – до 86 м. Пласт-колектор добре ізольований водотривкими породами, що забезпечують гідродинамічну замкнутість системи. За результатами досліджень, проведених у листопаді 2019 року, приймальність свердловини № 4 становить 15 м<sup>3</sup>/год (360 м<sup>3</sup>/добу) [5]. Таким чином, виснажений горизонт НД-12а (глибини 993-1002 м) за наявності сприятливих геолого-гідрогеологічних критеріїв придатності пласта-колектора до закачування у нього СПВ був обраний для утилізації очищених пластових вод шляхом нагнітанням їх в продуктивні пласти з метою підтримання пластового тиску.

Обсяги накопичення СПВ на Добрівлянському ГКР, починаючи із 2022 р., сягають 275 м<sup>3</sup>/рік. З початку розробки родовища піднято та утилізовано 572,37 м<sup>3</sup> СПВ станом на кінець 2023 р. (табл. 1).

Таблиця 1

**Обсяги видобутку СПВ на Добрівлянському газоконденсатному родовищі**

Рік	Об'єм СПВ, м <sup>3</sup>	Всього з початку розробки, м <sup>3</sup>
2021 р.	7,82	31,03
2022 р.	274,98	306,01
2023 р.	266,36	572,37

Починаючи із 2019 р. весь об'єм СПВ нагнітається через свердловину №4 у пласт-колектор НД-12.

За хімічним складом СПВ ідентичні до вод водоносних горизонтів, з яких вони власне і потрапляють у експлуатаційні свердловини і разом з вуглеводнями піднімаються на поверхню. СПВ мають хлоридний натрієвий, рідше хлоридний кальцієво-натрієво чи хлоридний магнієво-натрієвий склад. Мінералізація вод у залежності від водоносного горизонту становить 28,5-100,3 г/дм<sup>3</sup>. Нижчі її значення притаманні для горизонтів баден-сарматського комплексу, більш високі – для горизонтів мезозойсько-карпатійського комплексу. Причому, значення мінералізації СПВ майже не міняються з 2017 р. по 2023 р. Води характеризуються слабкокислою реакцією середовища. СПВ дещо збагачені залізом, причому більші його вмісти характерні для вод баден-сарматського комплексу. Концентрація бромю становить 80,2-188,8 мг/дм<sup>3</sup>, йоду – 31,2-75,2 мг/дм<sup>3</sup>, амонію – 16,8-262,7 мг/дм<sup>3</sup>. Вмісти нафтопродуктів не перевищують 7,8 мг/дм<sup>3</sup>.

*Моніторинг стану підземних вод.* Хімічний стан підземних вод ділянки Добрівлянського ГКР для четвертинного водоносного горизонту контролюється через моніторингову свердловину (М-св), яка знаходиться біля УПГ «Добрівляни» (див. рис. 1). Моніторинг показав, що якісний стан води залишається незмінним (табл. 2). За фізико-хімічними параметрами води відповідають гігієнічним вимогам до води питної, призначеної для споживання людиною [6]. Відповідні ознаки вказують на надійну ізоляцію пласта-колектора, а також відсутність забруднень від інших технологічних видів діяльності, що виконуються на родовищі.

Окрім моніторингової свердловини в межах Добрівлянської площі було відібрано і проаналізовано води із колодязів домогосподарств с. Добрівляни (вул. Довга 34 (1-кр) і Довбуша 199 (2-кр)). Водневий показник у пробах становив 7,10 і 7,35, мінералізація 584,3 і 520,3 відповідно, за складом води гідрокарбонатні кальцієві (магнієво-кальцієві). Кількість нафтопродуктів та метанолу в складі води з колодязях в с. Добрівляни знаходяться на межі

чутливості аналізу і становлять для обох компонентів  $\leq 0,1$  мг/дм<sup>3</sup>. За якісними характеристиками підземні води колодязів у с. Добрівляни чисті і відповідають нормативним вимогам до питних вод [6]. Це також підтверджує відсутність їх забруднення від виробничої діяльності УПГ "Добрівляни" та інших технологічних об'єктів Добрівлянської площі [7].

Таблиця 2

**Хімічні характеристики вод четвертинного водоносного горизонту із моніторингової свердловини ділянки Добрівлянського газоконденсатного родовища**

Дата відбору	pH	Мінералізація, г/дм <sup>3</sup>	Вміст основних аніонів та катіонів, % екв.	Fe заг., мг/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	Метанол, мг/дм <sup>3</sup>
10.07.2019	7,28	696,6	$\frac{HCO_3 68 Cl 24 SO_4 8}{Ca 60 Na 30 Mg 10}$	0,12	0,08	21,40	0,07	0,00	0,00
10.06.2020	7,05	695,8	$\frac{HCO_3 75 Cl 16 SO_4 9}{Ca 63 Na 26 Mg 11}$	0,13	0,07	18,60	0,064	0,00	0,00
17.09.2020	7,15	680,2	$\frac{HCO_3 61 Cl 20 SO_4 19}{Ca 74 Na 22 Mg 4}$	0,12	0,02	20,20	0,06	0,00	0,00

**Висновки.** Утилізація СПВ на Добрівлянському газоконденсатному родовищі відбувається згідно "Правил розробки нафтових і газових родовищ" і з дотриманням принципу екологічної конверсії. Негативних змін у верхніх водоносних горизонтах не зафіксовано. За якісними характеристиками підземні води в межах технологічних об'єктів Добрівлянської площі чисті і відповідають нормативним вимогам до питних вод.

**Список використаних джерел:**

1. Hanson, B.R. and Davies, S.H. (1994) Review of Potential Technologies for the Removal of Dissolved Components from Produced Water. *Chemical Engineering Research and Design*, 72, 176-188.
2. СОУ 60.3-30019801-009-2004 "Підземні сховища газу. Регламент повернення супутньо-пластових вод у надра "ДК "Укртрансгаз", – Київ, – 2004.
3. СОУ 09.1-30019775-004:2013 Методика визначення привнесених компонентів та вимоги до їх вмісту при поверненні супутньо-пластових вод у надра. – УкрНДІгаз, – 2013.
4. Гарасимчук В.Ю., Колодій В.В. Походження і умовини формування підземних вод Лопушнянського нафтового родовища у південно-східній частині Передкарпатського прогину // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2002. – № 3. – С. 21–36.
5. Уточнений проект дослідно-промислової розробки Добрівлянського родовища. – ТОВ "Бурпроект". – Львів. – 2018. – 128 с.
6. ДСанПіН "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10) / Наказ МОЗ України № 400 від 12.05.2010 р. – Київ, 2010. – 48 с.
7. Медвідь Г., Чебан О., Кость М., Телегуз О., Гарасимчук В., Сахнюк І., Майкут О., Кальмук С. Еколого-геохімічна характеристика природних вод в межах впливу Добрівлянського газоконденсатного родовища // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2022. – № 1–2 (187–188). – С.115–126. <https://doi.org/10.15407/ggcm2022.01-02.115>.