

Реабілітація газових свердловин та інноваційні технології в Україні

Владислав Рижков, студент¹ (ORCID: 0009-0005-8777-9815), Микола Жулай, студент¹ (ORCID: 0009-0008-1300-9916),
Наталія Чепурна, канд. техн. наук, доц.¹ (ORCID: 0000-0001-8044-7563)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

АНОТАЦІЯ

У статті розглядаються сучасні підходи до реабілітації газових свердловин як в Україні, так і за її межами, беручи до уваги виклики, пов'язані з енергетичною кризою та війною. Проведено аналіз технологій для інтенсифікації видобутку, можливості геотермального використання покинутих свердловин, а також їхнього перепрофілювання з метою зберігання вуглекислого газу. Представлено порівняльний огляд українського та міжнародного досвіду, а також окреслено перспективи впровадження інноваційних методів, спрямованих на декарбонізацію та підвищення енергоефективності.

Ключові слова: газова свердловина, видобуток газу, інтенсифікації видобутку, технології видобутку

1. ВСТУП

Повномасштабна війна в Україні істотно вплинула на діяльність у сфері буріння та ремонту свердловин, спричинивши значне скорочення обсягів робіт через підвищені ризики для безпеки та масштабне руйнування інфраструктури. Згідно з даними НАК «Нафтогаз України» у 2022–2023 роках обсяги буріння зменшилися більш ніж наполовину, причому деякі родовища потрапили до зон активних бойових дій. Така ситуація вимагає невідкладних заходів щодо відновлення газотранспортної інфраструктури та оптимізації витрат на ремонтні роботи.

Паралельно набувають важливості енергоефективні технології та альтернативні джерела енергії, які здатні зміцнити енергетичну безпеку країни [1].

2. АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

В Україні близько 30% газових свердловин є непродуктивними або законсервованими, що становить значний резерв для повторного використання. Ці об'єкти можуть бути переобладнані для:

- геотермального використання (виробництво теплової енергії);
- зберігання CO₂ у рамках проєктів декарбонізації.

Дослідження показують, що повторне використання свердловин знижує витрати на буріння нових об'єктів на 40–60% та сприяє зменшенню викидів парникових газів.

3. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВИДОБУТКУ

3.1. Міжнародний досвід

У сучасному світі активно впроваджуються інноваційні технології, спрямовані на підвищення ефективності та безпеки процесів реабілітації газових свердловин. Відкриваються перспективи в кількох ключових напрямках:

1. Роботизовані системи для роботи в важкодоступних районах. Автономні роботи та дистанційно керовані платформи суттєво знижують ризик для персоналу й забезпечують високу точність операцій у складних

геологічних умовах. Їх використання стало особливо актуальним у Північному морі та на шельфових родовищах, де традиційні методики демонструють економічні й технічні обмеження [2].

2. Цифровий моніторинг, побудований на IoT та SCADA технологіях. Інтелектуальні сенсори, розміщені всередині свердловин, здійснюють безперервний контроль за ключовими параметрами, такими як тиск, температура і склад газу. Завдяки цьому стає можливим швидке реагування на зміни, прогнозування аварій і оптимізація режимів роботи і такі системи інтегруються з хмарними платформами для аналізу великих масивів даних [3].

3. Хімічна рестимуляція як екологічно дружня альтернатива кислотній обробці. Новітні реагенти дозволяють ефективно розчиняти забруднення і відновлювати проникність породи, що сприяє підвищенню продуктивності свердловин без значного впливу на навколишнє середовище. Ця методика успішно застосовується в США та Канаді для продовження експлуатаційного терміну старих свердловин [4].

Заслугує окремої уваги європейський проєкт Horizon2020 REX-CO₂, орієнтований на оцінку придатності існуючих свердловин для зберігання CO₂ [5].

У його рамках створено комплексну методологію скринінгу, яка включає оцінку герметизації обсадних колон, аналіз ризиків корозії та цементної деградації, а також моделювання потенційних шляхів міграції газу. Такі дослідження є ключовими для успішного впровадження стратегій декарбонізації та переходу Європейського Союзу до низьковуглецевої енергетики.

3.2. Український досвід

В умовах зниження видобутку та обмеженого доступу до нових родовищ особливого значення набувають технології реабілітації та інтенсифікації роботи існуючих свердловин. Українські компанії впроваджують низку сучасних рішень, спрямованих на підвищення продуктивності та зниження екологічних ризиків.

Нафтогаз України застосовує капілярні системи, які дозволяють оптимізувати процес видалення рідин із стовбура свердловини, що зменшує гідростатичний тиск і сприяє збільшенню дебіту газу. За даними компанії, використання таких систем на виснажених родовищах забезпечує приріст видобутку на рівні 20–100% залежно від

геологічних умов. Ця технологія є економічно ефективною, оскільки не потребує значних капітальних витрат і може бути впроваджена на свердловинах із низьким тиском [6].

ДТЕК Нафтогаз впроваджує технологію безамбарного буріння, що передбачає відмову від традиційних шламових амбарів і використання системи очищення бурового розчину. Це дозволяє знизити обсяги відходів на 30%, скоротити витрати на утилізацію та мінімізувати негативний вплив на довкілля (Ecolog-UA, 2023). Крім того, компанія застосовує недиспергуючий буровий розчин (NDDM), який зменшує ризик набухання глинистих порід і забезпечує стабільність стовбура свердловини.

Серед інших технологій, що використовуються в Україні :

- Горизонтальне буріння, яке дозволяє збільшити площу дренування пласта та підвищити дебіт свердловини.
- Гідророзрив пласта (ГРП) для створення додаткових каналів фільтрації газу.
- EOR-технології (Enhanced Oil Recovery), зокрема закачування газу або води для підтримки пластового тиску та збільшення нафтовіддачі.

4. ІНТЕГРАЦІЯ СО₂-ЗБЕРІГАННЯ ТА ГЕОТЕРМІЇ

Декарбонізація енергетики є одним із пріоритетів глобальної кліматичної політики. Технології Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS) дозволяють зменшити викиди парникових газів, а геотермальна енергетика забезпечує стабільне джерело відновлюваної енергії. Їх інтеграція створює синергетичний ефект: СО₂ використовується як робоче середовище для вилучення тепла, одночасно забезпечуючи його довготривале зберігання у підземних пластах.

Розглянемо три основні технології інтеграції СО₂-зберігання та геотермії:

1. СО₂ Plume Geothermal (CPG)

CPG передбачає використання закачаного СО₂ як теплоносія для виробництва електроенергії та тепла. СО₂ має кращі термогідрравлічні властивості, ніж вода, що підвищує ефективність системи.

2. Enhanced Geothermal Systems (EGS) з СО₂

EGS передбачає гідрравлічне розкриття гарячих сухих порід із закачуванням СО₂ для одночасного вилучення тепла та його зберігання. Це дозволяє використовувати геотермальні ресурси в регіонах без природних водоносних горизонтів.

3. CarbFix-процеси

CarbFix — це технологія розчинення СО₂ у геотермальних водах із подальшою мінералізацією в базальтових породах. Вона активно застосовується в Ісландії та забезпечує довготривале зберігання СО₂ у формі карбонатів.

4. Переваги інтеграції

Інтеграція СО₂-зберігання та геотермії має низку переваг:

- Енергетична ефективність: використання СО₂ як теплоносія підвищує коефіцієнт тепловіддачі.
- Скорочення викидів: постійне геологічне зберігання СО₂ у поєднанні з виробництвом «чистої» енергії.
- Економічна доцільність: монетизація через продаж електроенергії та тепла.

- Використання існуючої інфраструктури: перепрофілювання виснажених свердловин.

Зведений аналіз порівняння технологій інтеграції СО₂ та геотермії наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Порівняння технологій інтеграції СО₂ та геотермії [7].

Технологія	Принцип роботи	Глибина (км)	Ефективність	Приклади впровадження
CPG	СО ₂ як теплоносії	1.5–3.5	Висока	Horizon2020, Siemens
EGS з СО ₂	Гідророзрив + СО ₂	2.5–5.0	Середня–висока	Франція, Італія
CarbFix	Мінералізація СО ₂	0.5–2.0	Стабільна	Ісландія

• ВИСНОВКИ

Інтеграція СО₂-зберігання та геотермії є перспективним напрямом для України, що дозволяє одночасно вирішувати завдання енергетичної безпеки та декарбонізації. Реалізація таких проєктів потребує розробки нормативної бази, залучення міжнародних інвестицій та пілотних проєктів на базі існуючих свердловин.

Список літератури

- [1] НАК «Нафтогаз України» URL : <https://www.naftogaz.com/about-naftogaz> (дата звернення 30 вересня 2025р.)
- [2] Society of Petroleum Engineers. (2022). *Advances in robotic well intervention systems*. SPE Technical Papers. Retrieved from URL : <https://www.spe.org>
- [3] Journal of Petroleum Science and Engineering (2023). Digital monitoring and IoT applications in well rehabilitation. URL : https://www.rystadenergy.com/suppliers?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwrojHBhDdARIsAJdEJ_dhx04_WZ-3-50znk7zXtHVhZl07pFkrrUAoLF7tcr2Ec1oL8yB2yMaAmeUEALw_wcB
- [4] Energy Procedia (2021). Chemical restimulation technologies for mature gas wells. URL : <https://www.labware.com/industries/oil-gas>
- [5] REX-CO2 Project Overview (2021). *Screening methodology for CO₂ storage in existing wells*. Horizon2020 Deliverables. URL : https://gcc.beg.utexas.edu/files/gcc/research/goi/2022/4.3%20Carey_REX-CO2-for-IEGHG-BEG_v4.pdf
- [6] ExPro Consulting. URL : <https://expro.com.ua/novini/nova-tehnologiya-z-ntensifikac-na-rodovischah-naftogazu-zblshilavidobutok-gazu-z-sverdlovin-na-20->
- [7] Wu, Y., & Li, P. (2020). The potential of coupled carbon storage and geothermal extraction in a CO₂-enhanced geothermal system. *Geothermal Energy*, 8(19). URL : https://www.researchgate.net/publication/342184846_The_potential_of_coupled_carbon_storage_and_geothermal_extraction_in_a_CO2-enhanced_geothermal_system_a_review

ⁱ Робота виконана під керівництвом канд. техн наук Володимира Новікова