

## Перспективи використання затоплених газових свердловин для геотермальної енергетики

Анна Лінченко, студентка <sup>1</sup> (ORCID: 0009-0005-2511-7517),  
 Наталя Чепурна, канд. техн. наук, доц. <sup>1</sup> (ORCID: 0000-0001-8044-7563)

<sup>1</sup> Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

### АНОТАЦІЯ

Представлено сучасні підходи до повторного використання затоплених або покинутих газових свердловин у сфері енергетики. На основі міжнародних наукових досліджень і проєктів здійснено аналіз перспектив їхнього використання для потреб геотермальної енергетики, зберігання вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>) та впровадження інноваційних систем збереження енергії в Україні. Розглянуто технічні, екологічні та економічні аспекти перепрофілювання свердловин, а також виконано оцінку життєвого циклу таких рішень. Проведено порівняння методів видобутку геотермальної енергії з покинутих газових свердловин з погляду на їх ефективності, економічності та екологічності.

*Ключові слова:* свердловина, газова свердловина, видобуток газу, геотермальна енергетика.

### 1. ВСТУП

Через наслідки військових дій на території нашої держави значна частина енергетичної інфраструктури зазнала суттєвих руйнувань або втратила свою функціональність. Це вимагає запровадження швидких, економічно вигідних і екологічно сталих рішень для досягнення енергетичної незалежності країни. Повторне використання затоплених або покинутих газових свердловин представляє перспективний шлях розвитку сталого енергетичного сектора, особливо в рамках післявоєнної відбудови України.

У цьому контексті переосмислення використання чинних свердловин, включно із затопленими чи законсервованими, може сприяти реалізації таких завдань:

- поновлення локальних систем теплопостачання через використання геотермальної енергії;
- зниження викидів парникових газів за рахунок експлуатації свердловин для захоронення CO<sub>2</sub>;
- забезпечення водопостачання у районах, де централізовані системи були пошкоджені.

На міжнародному рівні активно вивчаються способи використання таких свердловин для геотермальної енергетики, зберігання вуглекислого газу та підземного видобутку води.

### 2. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Україна має значний потенціал у сфері видобутку природного газу, особливо в східних регіонах та на шельфі Чорного моря. За даними [1] в Україні у 2023 році закладено 150 нових газових свердловин. Проте багато свердловин, які були введені в експлуатацію ще в радянські часи, нині не функціонують. Частина з них залишена без належної консервації, що призводить до їх затоплення. Це створює серйозні екологічні ризики, зокрема забруднення підземних вод, деградацію ґрунтів та загрозу техногенних аварій.

Використання вже не працюючих газових свердловин як джерел для генерації енергії є ефективним методом видобутку геотермальної енергії з геологічних формацій. Ці відпрацьовані свердловини мають можливість суттєво сприяти збільшенню світового попиту на енергію без

необхідності втручання в ґрунт в результаті глибокого буріння або видобутку, процесів, потрібних для отримання енергії з геологічних формацій за допомогою більш традиційних підходів.

Попередні дослідження [2] протягом терміну служби пласта вказують на те, що комерційно виправдана система з двома свердловинами може ефективно генерувати теплову енергію. Системи з двома свердловинами включають принаймні одну нагнітальну та одну виробничу свердловину. Вони складаються з двосторонньої системи циркуляції, в якій рідина надходить у пласт через нагнітальну свердловину та повертається з виробничої, забравши теплову енергію з навколишніх порід.

Аналіз чутливості ключових параметрів, що контролюють середню температуру рідини на виході з осадової теплової системи, свідчить, що законсервовані газові свердловини є придатним джерелом теплової енергії. Цю енергію можна збирати за допомогою використання пластових рідин [3].

#### 2.1. Міжнародний досвід

США впроваджують ініціативу Wells of Opportunity, яка спрямована на переобладнання мільйонів нефункціонуючих нафтових і газових свердловин для виробництва геотермальної енергії. Геотермальну енергію планується отримувати двома шляхами: модернізуючи неактивні або непродуктивні свердловини, а також через спільне виробництво енергії на діючих свердловинах (рис.1) [4].



Рисунок 1. Використання геотермальної енергії з модернізованих нафтових свердловин опалення та охолодження будівель [5]

В проєкті Geothermix LLC (Техас) використовується метод закачування води, нагрівання в надрах, повернення на поверхню для теплопостачання або генерації електроенергії [5].

Проект ICE Thermal Harvesting (Каліфорнія) впроваджує одночасне видобування нафти/газу та тепла, при цьому використовує 11 свердловин для електрики [6].

У Центральній Європі в межах міжнародної ініціативи TRANSGEO [7] впроваджується проект по переобладнанню покинутих свердловин. Учасники проекту: Німеччина, Австрія, Угорщина, Хорватія, Словенія.

### 3. ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ НЕДІЮЧИХ ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

Покинуті або затоплені газові свердловини можуть становити значну загрозу для навколишнього середовища, особливо якщо вони залишені без належного закриття та консервації. Брак контролю за їх технічним станом здатний викликати цілу низку таких негативних наслідків, як забруднення підземних вод, деградація ґрунтів, ризик техногенних аварій, міграція забруднюючих речовин, вплив на біорізноманіття та втрата геотермального потенціалу.

Для зменшення негативного впливу покинутих газових свердловин на довкілля, слід впроваджувати комплексний підхід, який враховує технічні, екологічні та нормативні аспекти.

Основним напрямком є реабілітація та повторне використання свердловин, що дає можливість для їх переобладнання під геотермальні потреби або зберігання CO<sub>2</sub>. Це сприяє зниженню кількості покинутих об'єктів і підтриманню принципів сталого розвитку.

### 4. ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ

Переобладнання затоплених або покинутих газових свердловин для отримання геотермальної енергії включає проведення оцінки температури, гідродинамічний аналіз, інженерне перепрофілювання та видобуток теплової енергії (рис.2).

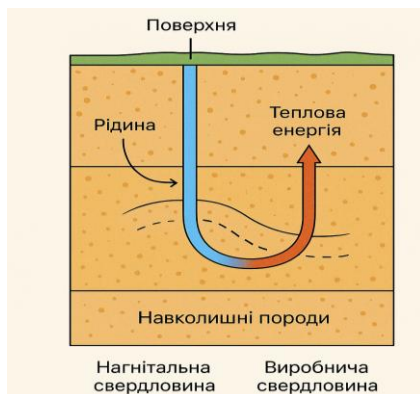


Рисунок 2. Принцип використання покинутої свердловини для отримання геотермальної енергії

Переобладнання свердловини передбачає низку технічних заходів:

- герметизацію старих обсадних колон;
- встановлення теплообмінного обладнання;
- адаптацію конструкції до нових умов експлуатації (висока температура, корозійна активність середовища).

У деяких випадках застосовуються двоконтурні системи з замкненим циклом, що дозволяє уникнути контакту теплоносія з геологічним середовищем.

### 5. ВИСНОВКИ

У період військових дій на території України значна частина енергетичної інфраструктури, зокрема газові родовища та свердловини, зазнала серйозних пошкоджень або була виведена з експлуатації. Однак ці об'єкти можуть стати основою для розвитку геотермальної енергетики — екологічно чистого, надійного й незалежного джерела енергії.

Переобладнання пошкоджених або покинутих свердловин для геотермального використання дає змогу:

- оптимізувати витрати, використовуючи наявну інфраструктуру замість буріння нових свердловин;
- підвищити енергетичну безпеку регіонів, що постраждали від бойових дій;
- стимулювати економічне відновлення через створення нових робочих місць у сфері зеленої енергетики;
- знизити екологічні ризики, пов'язані з неконтрольованим витоком газу або погіршенням технічного стану свердловин.

У післявоєнний період такі геотермальні проекти на базі старих газових родовищ можуть стати основою для відновлення та декарбонізації енергетичного сектору України. Це особливо важливо в межах євроінтеграційних процесів і участі в міжнародних ініціативах, наприклад Green Deal та програмах ERASMUS+ у сфері енергетики.

### Список літератури

- [1] Асоціація газовидобувних компаній України: вебсайт. URL: <https://agpu.org.ua/novyny/novyny-asotsiatsii/150-novykh-gazovykh-sverдловyn-zakladeno-v-ukraini-u-2023-rotsi>
- [2] Hernandez Acevedo E., Rodriguez Hernandez I. A geothermal doublet in a single well: application of the recirculation well concept to reuse wells to be abandoned // *Discover Energy*. – 2024. – Vol. 4, Article 16. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43937-024-00048-2>
- [3] Sui D., Wiktorski E., Røksland M., Basmoen T.A. Review and investigations on geothermal energy extraction from abandoned petroleum wells // *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*. – 2019. – Vol. 9. – P. 1135–1147.
- [4] U.S. Department of Energy: вебсайт. URL: <https://www.energy.gov/eere/geothermal/wells-opportunity>
- [5] Geothermix Energy: вебсайт. URL: <https://geothermixenergy.com/>
- [6] ICE Thermal Harvesting: вебсайт. URL: <https://ice-th.com/>
- [7] Eavor: вебсайт. URL: <https://eavor.com/blog/transgeo-aims-to-transform-abandoned-oil-wells-in-central-europe-into-geothermal-projects/>