

## ПРИРОДНІ ГЕОТЕРМАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА: ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ЕНЕРГОРЕСУРС

Курепін В. М., к.е.н, доц., e-mail: [kypins@ukr.net](mailto:kypins@ukr.net)  
Миколаївський національний аграрний університет

**Актуальність дослідження.** Альтернативні джерела енергії набувають все більшого значення та популярності. Сьогодні маємо широкий вибір доступних варіантів, але є питання. Яке альтернативне джерело енергії найкраще підходить для потреб. Для відповіді на це питання необхідне аналіз видів альтернативних джерел енергії, їхніх плюсів та мінусів, зупинимося на природних геотермальних джерелах.

**Мета досліджень.** Проаналізувати унікальний набір переваг і недоліків геотермальних джерел енергії, різних факторів: місце розташування, потреби в енергії тощо. На основі аналізу прийняти обґрунтоване рішення щодо можливості та потрібності використання такої енергетики в Україні.

**Основні матеріали досліджень.** Технологію отримання електрики в промислових масштабах, що від вугільній ТЕС, що від сучасній АЕС можна вважати однаковою, Різниця в тому, що обертання турбіни генератора потужним потоком гарячої пари від води, що скипіла через примусове розігрів в ТЕС відбувається за рахунок спалювання вугілля, а в реакторі АЕС кип'ятять ТВЕЛі, які нагріваються в результаті керованої ланцюгової реакції. Це найстаріший і найпопулярніший на сьогоднішній день метод отримання електрики [1].

Людство, ще на початку минулого століття зрозуміло и почало використовувати пари природних геотермальних джерел (1904 рік італієць П'єро Джинорі Конті, перша у світі геотермальна електростанція). Використання природного тепла планети для отримання пари - це і є геотермальна енергетика [2]. Розглянемо детальніше. Тверде ядро Землі знаходиться на глибині близько 5100 км, температура поверхні ядра дорівнює приблизно 6000 °С. При наближенні до земної кори температура поступово знижується. Кожні 100 метрів на певній ділянці земної товщі відбувається зміна температури, у середньому це 3 °С (геотермічний градієнт).

Температурний градієнт, залежно від регіону, змінюється, наприклад, є регіони де на горизонті 12 км було зафіксовано температуру 220 °С (Кольська надглибока свердловина), у деяких достатньо пробурити від кількох сотень метрів за кілька кілометрів (від 0,5 до 3 км, штат Орегон, США, Південна Африка). Звідси висновок: хорошу геотермальну станцію будь-де не побудуєш. Треба переконатися що ділянка знаходиться в місці, де сильна геологічна активність (відбуваються землетруси, є діючі вулкани).

Залежно від джерела геотермальної енергії є види геотермальних електростанцій [3]. Розберемося, які вони бувають: а) гідротермальні станції - якщо є відповідне джерело пари, буде діяти спрощена схема гідротермальної електростанції прямого циклу - по трубі піднімається гаряча пара, яка розкручує турбіну генератора, а потім спрямовується в атмосферу. Якщо з свердловини б'є пароводяні суміші з температурою вище 150 °С, то буде потрібно станція комбінованого циклу; б) петротермальні станції - закачування води в глибоку свердловину з розігрітою породою, де рідина перетворюється на пару і повертається назад на турбіну електростанції.

Компактність та зручність, важливий плюс геотермальних електростанцій. Електропостачання для складних районів та віддалених областей із ізольованою інфраструктурою завдання непросте [4]. Воно ускладнюється ще більше при транспортній недоступності, рельєфі який може не підходить для будівництва традиційних електростанцій. Технологія будівництва проста: теплоносій береться із землі, машинний зал з турбіною, генератором та градирнею будуються на поверхні та займають дуже мало місця. Навіть у гористій місцевості для геотермальної електростанції знадобиться невелика ділянка (приблизно 400 м<sup>2</sup>) і автомобільна дорога.

Ще одним плюсом геотермальних електростанцій є їхня екологічність. Функціонування геотермальної станції практично нешкідливе, викид вуглекислого газу в атмосферу оцінюється в 45 кг CO<sub>2</sub> на 1 кВт/ч виробленої енергії. Для порівняння, зокрема: на ту ж кіловат-годину у нафтових припадає 840 кг CO<sub>2</sub>, у вугільних станцій - 1000 кг, газових – 469 кг.

Можливість паралельного видобутку корисних копалин є ще одною позитивною характеристикою геотермальних електростанцій. На деяких енергоблоках ГеоТЕС вже давно добувають газу і метали, розчинені в пароводяній суміші, що надходить з-під землі.

Але є і недоліки: робоча рідина - небезпечна. Не та, що виробляється ГеоТЕС, додаткових токсичних викидів немає, лише невеликий обсяг вуглекислого газу. Справа в тому, що підземні води та пара, це суміш із земних глибин, яка насичена газами та важкими металами властивими конкретній ділянці земної кори: миш'як, аміак, свинець, сірка, кадмій, цинк, фенол, бор тощо. У деяких випадках в атмосферу або водоймища трубами до ГеоТЕС тече вражаючий коктейль, який може викликати локальну екологічну катастрофу.

Уникати локальних екологічних катастроф допомагає дотримання екологічної безпеки [5]. Відправляючись в атмосферу, пар ретельно фільтрується від металів та газів, а конденсат закачується назад у свердловину. Але геотермальна станція в разі позаштатних ситуацій чи навмисного порушення технічного регламенту може нанести довікільню певної шкоди. Є інші недоліки, такі як: висока вартість за кіловат, відносно низька потужність, але екологічна безпека повинна бути надійною.

**Висновок.** Отже, прагнення нашої держави здійснити «зелений перехід» прискорює процес переходу на різні форми відновлюваної енергії, у тому числі і на потенціал геотермальної енергії. Україна має всі необхідні передумови, вона ставить за мету стати енергетично незалежною державою і досягти цілей кліматичної нейтральності.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бацуровська І. В. Особливості децентралізованих систем електропостачання на базі сонячних панелей // Стратегічні орієнтири розвитку науки, освіти, технологій і суспільства: збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Біла Церква, 5 листопада 2022 р.): у 2 ч. Біла Церква : ЦФЕНД, 2022. Ч. 1. С. 31-32. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/13359>.

2. Курепін В.М. Марченко Д.Д. Сучасні технології захисту навколишнього середовища від впливу сонячних електростанцій. Modern Economics. 2024. № 44(2024). С. 79-84. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V44\(2024\)-13](https://doi.org/10.31521/modecon.V44(2024)-13).

3. Орешко К. Ф. Кліматично нейтральні малі та середні бізнес-компанії: уникнути, зменшити, компенсувати. Екологія, природокористування та охорона навколишнього середовища: прикладні аспекти : матеріали VII всеукраїнської науково-практичної заочної конференції (м. Київ, 17 травня 2024 р.). Київ : МДУ, 2024. С. 34-37. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18296>.

4. Курепін В. М., Іваненко В. С. Екологія та війна, погляд через минуле у майбутнє, глобальні виклики, загрози // Ekologia i racjonalne zarzadzanie przyrodą: edukacja, nauka i praktyka [Zasób elektroniczny]: materiały z międzynarodowej konferencji naukowo-praktycznej (Łomża – Żytomierz, 15.11.2023 r.). Łomża : MANS w Łomży, 2023. С. 265-275. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/16200>.

5. Batsurovska I., & Kurepin V. (2024). Prospects for the use of wind power plants: advantages and environmental safety. Traditions and new scientific strategies in the context of global transformation of society. Baltija Publishing, 1, 34-55. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-406-1-2>.