

УДК 621.482

ЛИСАК О. В.

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ВОДНЮ

к.т.н., науковий співробітник відділу геотермальної енергетики, ІВЕ НАНУ, м. Київ, Україна
e-mail: oleg.v.lysak@gmail.com

Вступ. Сьогодні одним з перспективних енергоресурсів є водень, який виробляється методом електролізу води з використанням електроенергії відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Такий водень характеризується як «зелений» [1] і має використовуватись для заміщення викопного палива, на кшталт вугілля, газу, а також й водню, виробленого з використанням викопного палива [2]. Це заміщення дозволяє зменшити викиди парникових газів, щоб запобігти парниковому ефекту та його наслідку – глобальному потеплінню.

У випадку України значну увагу приділяють проектам з подальшим експортом зеленого водню в інші країни Європи [3]. Зараз при аналізі виробництва зеленого водню переважно зосереджуються на його виробництві з застосуванням електроенергії, виробленої або вітроелектростанціями, або сонячними електростанціями [4], проте варто оцінити й роль інших ВДЕ, зокрема й геотермальної енергетики [5], особливо через те, що можуть бути випадки, коли геотермальна енергетика забезпечить дешевший зелений водень, ніж інші типи ВДЕ [6].

Мета роботи. Провести аналіз прикладів та пропозицій з використання геотермальної енергетики для виробництва водню, аби оцінити загальну перспективу цього напрямку.

Задачі роботи: розглянути як геотермальна енергетика може забезпечувати виробництво водню та пов'язані з цим процеси та проаналізувати економічні показники водню, виробленого з застосуванням геотермальної енергетики.

Аналіз процесів з виробництва водню геотермальними джерелами. В першу чергу треба зазначити, що в літературі аналіз перспектив використання геотермальних джерел енергії зосереджує–надмірну увагу на окремих складових процесах виробництва водню, що значно ускладнює роботу з узагальнення наведених рішень та узгодження цих рішень між собою. Загалом, аналіз включав в себе застосування геотермальної енергії [7]: 1) для забезпечення роботи електролізера; 2) для попереднього підігріву води, що надходить до електролізера; 3) для забезпечення скраплення водню. Варто відзначити, що в літературі також зустрічається аналіз комбінованого виробництва водню за рахунок поєднання технологій геотермальної та сонячної енергії [8].

Економічні показники водню, виробленого з використанням геотермальних джерел енергії. Визначення техніко-економічних характеристик виробництва водню геотермальними джерелами залежить від різних умов. В літературі зустрічається досить широкий спектр їх значень: як від таких, коли вартість водню від геотермальних джерел енергії значно перевищуватиме наявну вартість водню на ринку, що робить застосування геотермальної енергії для її виробництва економічно недоцільним рішенням – так й варіанти, коли вартість водню буде значно нижчою не тільки за середню ринкову вартість, але й за вартість водню, виробленої іншими типами ВДЕ [6], [9].

Висновок. Застосування геотермальної енергії для отримання зеленого водню є достатньо розглянутим в літературі, однак, регіональний характер виробництва та унікальні умови чи використання специфічних технологій не сприяють виявленню оптимальної моделі побудови таких систем та досягненню найбільш економічно доцільних їх характеристик.

Список літератури:

1. Squadrito G. The green hydrogen revolution / G. Squadrito, G. Maggio, A. Nicita // *Renewable Energy*. – 2023. – Vol. 216. – No paper. 119041. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.119041>.
2. Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach – 2023 Update // IEA. – URL: <https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-0c-goal-in-reach> (дата звернення: 12.12.2023).
3. Kryl I. Main principles and technologies of hydrogen production, storage and transportation in Ukraine / I. Kryl, O. Riepin, I. Bagriy, I. Gafych, O. Ivanik, N. Maslun // 84th EAGE Annual Conference & Exhibition, Vienna, Austria : European Association of Geoscientists & Engineers. – 2023. – Vol. 2023. – P. 1–5. – DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202310566>.
4. Oliveira A. M. A green hydrogen economy for a renewable energy society / A. M. Oliveira, R. R. Beswick, Y. Yan // *Current Opinion in Chemical Engineering*. – 2021. – Vol. 33. – No. paper 100701. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.coche.2021.100701>.
5. Лисак, О. В. Аналіз змін в класифікації глибоких геотермальних систем через появу нових рішень в сфері буріння / О. В. Лисак // Зб. матеріалів ХLI Науково-технічної конференції молодих вчених та спеціалістів Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова НАН України, м. Київ, 17 травня 2023 р. / ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України. – 2023. – С. 18–20. – URL: <https://ipme.kiev.ua/wp-content/uploads/2023/05/Матеріали-конференції-2023.pdf> (дата звернення: 12.12.2023).
6. Yilmaz C. Exergetic cost evaluation of hydrogen production powered by combined flash-binary geothermal power plant / C. Yilmaz, M. Kanoglu, A. Abusoglu // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2015. – Vol. 40, Is. 40. – P. 14021–14030. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.07.031>.
7. Kanoglu M. Thermodynamic analysis of models used in hydrogen production by geothermal energy / M. Kanoglu, A. Bolatturk, C. Yilmaz // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2010. – Vol. 35, Is. 16. – P. 8783–8791. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2010.05.128>.
8. Liu G. Geothermal-solar energy system integrated with hydrogen production and utilization modules for power supply-demand balancing / G. Liu, D. Ji, Y. Qin // *Energy*. – 2023. – Vol. 283. – No. paper 128736. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.128736>.
9. Shah M. A review of the geothermal integrated hydrogen production system as a sustainable way of solving potential fuel shortages / M. Shah, M. Prajapati, K. Yadav, A. Sircar // *Journal of Cleaner Production*. – 2022. – Vol. 380, Part 1. – No. paper 135001. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135001>.