

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Проаналізовано літературну інформацію по методах отримання водню та їх ефективності. Проаналізовано напрямки використання водню в енергетиці. Використання водню в енергетиці дозволить частково вирішити проблеми викидів парникових газів. Виконано огляд літературної інформації по перешкодам, які потрібно подолати Україні щоб створити ефективний ринок водню.

Ключові слова: водень, біоводень, вуглекислий газ, паливний елемент, технологія уловлювання і зберігання вуглекислого газу.

Abstract

The literature on methods of hydrogen production and their efficiency was analyzed. The directions of hydrogen use in energy were analyzed. The use of hydrogen in energy will partially solve the problems of greenhouse gas emissions. A review of literature on obstacles that Ukraine needs to overcome in order to create an effective hydrogen market was conducted.

Keywords: hydrogen, biohydrogen, carbon dioxide, fuel cell, carbon dioxide capture and storage technology.

Вступ

З врахуванням вимог Паризького договору, що ратифікований Верховною Радою України 14 липня 2016 року та запровадження «Зеленого курсу» Європейського союзу, особливого значення набуває питання скорочення викидів та переходу до безвуглецевої економіки. Воднева стратегія ЄС (EU Hydrogen Strategy) передбачає широке використання водню як енергоносія для тих галузей, які не можна електрифікувати, і має на меті доведення до нуля викидів вуглекислого газу промисловими об'єктами, транспортом, енергетикою, будівництвом тощо [1].

Особлива увага серед відновлюваних газів приділяється водню та можливістю його транспортування в суміші з природним газом.

В роботі [2] зазначено, що проблема використання в енергетиці водню почала активно обговорюватись ще з початку 80-х років. Вільний водень як вид енергоресурсу у земних умовах практично відсутній. Промисловий водень отримують конверсією традиційних вуглеводнів – газу, вугілля, нафти. Біоводень отримують біологічними та термохімічними методами шляхом перетворення біомаси [3]. За даними Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) наразі 99% водню отримується з викопних видів палива, а його глобальне вироблення становить близько 70 млн. тонн [1]. В основному водень використовується для виробництва мінеральних добрив, в нафтохімічній промисловості, в машинобудуванні для охолодження підшипників енергетичних машин та як захисна атмосфера [4]. Але останнім часом великий інтерес до водню як палива в енергетичних установках та транспорті.

Мета роботи – аналіз літературної інформації по методах отримання водню та способах його використання в енергетиці.

Основна частина

Більшість (~95%) водню сьогодні виробляється з використанням природного газу шляхом парового риформінгу. Цей тип водню називають «сірим» воднем. Якщо утворений в процесі вуглекислий газ вловити за допомогою системи уловлювання вуглецю, то водень називають «блакитним». Так званий «зелений» водень виробляється шляхом електролізу води з використанням електроенергії, отриманої з відновлюваних джерел. [5]. На сьогодні сірий водень становить більшу частину продукції і дає близько 9,3 кг CO₂ на 1 кг водню. Тому необхідно застосовувати технології вловлювання і зберігання вуглецю.

На сьогодні розробляються або експлуатуються три основні типи електролізерів для виробництва водню [6]: лужні (ALK); електролізери з протонообмінною мембраною (PEM), твердооксидні паливні елементи (SOEC). Остання технологія використовується в лабораторіях і невеликих демонстраційних проєктах. Затрати електроенергії на виробництво водню за допомогою ALK-електролізера 51 кВт·год /кг водню, а PEM – електролізера 58 кВт·год/кг водню.

Застосування водню в енергетиці. Великі виробники енергетичних газових турбін – Mitsubishi Hitachi Power Systems, GE Power, Siemens Energy і Ansaldo Energia – розробляють моделі, здатні працювати на чистому водні як за постійного навантаження, так і за маневрених і пікових режимів експлуатації [7]. Концерн Siemens Energy готує модифікацію промислової газової турбіни SGT-400, адаптовану для спалювання чистого водню, яка встановлюватиметься на ТЕЦ у Франції і Німеччині. Siemens Energy готує перехід діючої електростанції SCC-4000F на перехід від спалювання метану до спалювання 100 % H₂, що дозволить досягти нульових викидів CO₂ [8]. У 2020 р. в Японії на водневому паливі запрацювала газотурбінна електростанція «Мідзуе» (компанії Taos Oil) зі встановленою потужністю 80 МВт. Компанія Mitsubishi Hitachi Power Systems пропонує газові турбіни потужністю від 30 до 1280 МВт, що працюють на водневих сумішах (вміст водню від 30 до 100%) [9].

Перспективним є застосування гібридних установок на твердому паливі, що являють собою поєднання парогазової установки з газифікацією вугілля з високотемпературним паливним елементом, що працює на водні або синтез-газі з твердого палива.

В плані розвитку ТОВ «Оператор ГТС України» на 2021 – 2030 роки наведено ряд пріоритетів товариства, зокрема особлива увага приділяється створенню технологічних та правових умов для транспортування суміші природного газу з різними концентраціями водню, а також чистого водню та реалізації пілотних проєктів з вивчення технологічних можливостей ГТС транспортувати відновлювані гази. Тобто наразі газотранспортна система України поки що не готова до транспортування водню.

В роботі [10] детально проаналізовані перешкоди, які потрібно подолати Україні щоб створити ефективний ринок водню.

ВИСНОВКИ

Для України водень є перспективним паливом, що може частково замінити природний газ і вугілля. Наразі розроблено багато методів отримання водню як з традиційних енергоносіїв так і з біомаси, що мають різну вартість та ефективність. Відомі виробники енергетичного обладнання займаються підготовкою газових турбін до переходу на водень. Використання водню в енергетиці дозволить частково вирішити проблеми викидів парникових газів. В Україні та світі ведуться дослідження щодо здешевлення вартості та поліпшення якості водню, а також вивчення нових напрямів для застосування водню.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бобро Д.Г. Проблеми питання та перспективи розвитку водневої енергетики в Україні. URL: <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2021-03/voden.pdf> (Дата звертання : 17.03. 2025).
2. Басок Б.І., Базєєв Є.Т. Низьковуглецева енергетика 2. Воднева енергетика: проблеми, досягнення, можливі ризики (огляд). *Теплофізика та теплоенергетика*. 2022. №3. С. 52 – 62.
3. Rey, José Ramón Copa; Mateos-Pedrero, Cecilia; Longo, Andrei; Rijo, Bruna; Brito, Paulo; Ferreira, Paulo; Nobre, Catarina (2024-01). [Renewable Hydrogen from Biomass: Technological Pathways and Economic Perspectives](#). *Energies* . Т. 17, № 14. с. 3530
4. Карп І.М. Водень : властивості, виробництво та особливості використання. Енерготехнології та ресурсозбереження. 2020. № 2. С. 4-14.
5. Hydrogen overview. URL: https://www.gevernova.com/content/dam/gepower-new/global/en_US/downloads/gas-new-site/future-of-energy/GEA35685-GEV-Hydrogen-Overview_8.5x11_RGB_R4.pdf
6. Лещенко І.Ч. Оцінка середньозваженої собівартості виробництва водню в Україні. The problems of general energy. 2021. №2. С.4 - 11.
7. Шрайбер О.А., Дубровський В.В., Тесленко О.І. Сучасний стан і перспективи розвитку водневої енергетики у світі. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. С. 199 – 209. URL: https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2021/5_2021/32.pdf
8. Hydrogen power generation handbook. URL: https://power.mhi.com/catalogue/pdf/hydrogen_en.pdf
9. Hydrogen Power Plants. URL: <https://www.siemens-energy.com/global/en/home/products-services/product/hydrogen-power-plants.html>.
10. 10 перешкод для розвитку водневої економіки в Україні. URL: <https://epravda.com.ua/columns/2023/05/16/700162/>

Боднар Лілія Анатоліївна, к.т.н., доцент кафедри теплоенергетики БНТУ. e-mail: Bodnar06@ukr.net

Баган Микола Анатолійович, студент, volkua01089@gmail.com

Bodnar Lilia, Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Bodnar06@ukr.net.

Bagan M., student, nikolaystratikcuk@gmail.com