ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИРОБНИЦТВА «ЗЕЛЕНОГО» ВОДНЮ

Карпчук Г.Л., аспірант, асистент, Будько В.І., д.т.н., доцент
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

Вступ. На сьогоднішній день у більшості країн Світу відбуваються значні зміни у сфері енергетики у контексті переходу від традиційної до відновлюваної, що більшою мірою зумовлено значними кліматичними змінами, а також поступовим вичерпуванням викопних палив. Так, у Січні 2020 року в Україні Міністерством енергетики та захисту довкілля було оприлюднено «Концепцію «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року», метою якої є до 2050 року досягти 70% частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) у виробництві електроенергії [1]. На даний момент Міністерством на основі вищезазначеного документа розробляється «Інтегрований план з боротьби зі зміною клімату та розвитку енергетики до 2030 року», який буде основою оновлення «Енергетичної стратегії України до 2035 року» [2]. Відповідно до Концепції одним із напрямів переходу є розвиток водневої енергетики як для забезпечення енергетичних потреб споживача, так і транспорту.

Мета роботи. Порівняльний аналіз методів виробництва «зеленого» водню для подальшого визначення найбільш доцільного методу для реалізації в Україні.

Матеріали і результати досліджень. На сьогоднішній день існує поділ водню на «сірий», «голубий» та «зелений» [3]:

- «сірий» водень виробляється з викопних палив, наприклад, таких як нафта та вугілля, що при згорянні виділяють в повітря значну кількість вуглекислого газу CO_2;
- «голубий» водень виробляється аналогічним чином, із застосуванням технологій, що дозволяються уловлювати CO_2 з подальшим його накопиченням та утилізацією;
- «зелений» водень –виробляється за рахунок відновлюваних джерел енергії.

Але зважаючи на те, що відповідно до затвердженої у 2020 році водневої стратегії Європейського Союзу Україна являється пріоритетним партнером з постачання «зеленого» водню, доцільно брати до розгляду методи виробництва водню на основі ВДЕ [4,5].

«Зелений» водень (далі – водень) може бути отриманий на основі використання електричної, теплової, біохімічної енергій та енергії фотонів з залученням енергій Сонця, вітру, геотермальної, біомаси, припливів та відпливів, а також термальної енергії океану (рис. 1). Основною сировиною для отримання водню розглядається: вода, морська вода та біомаса.

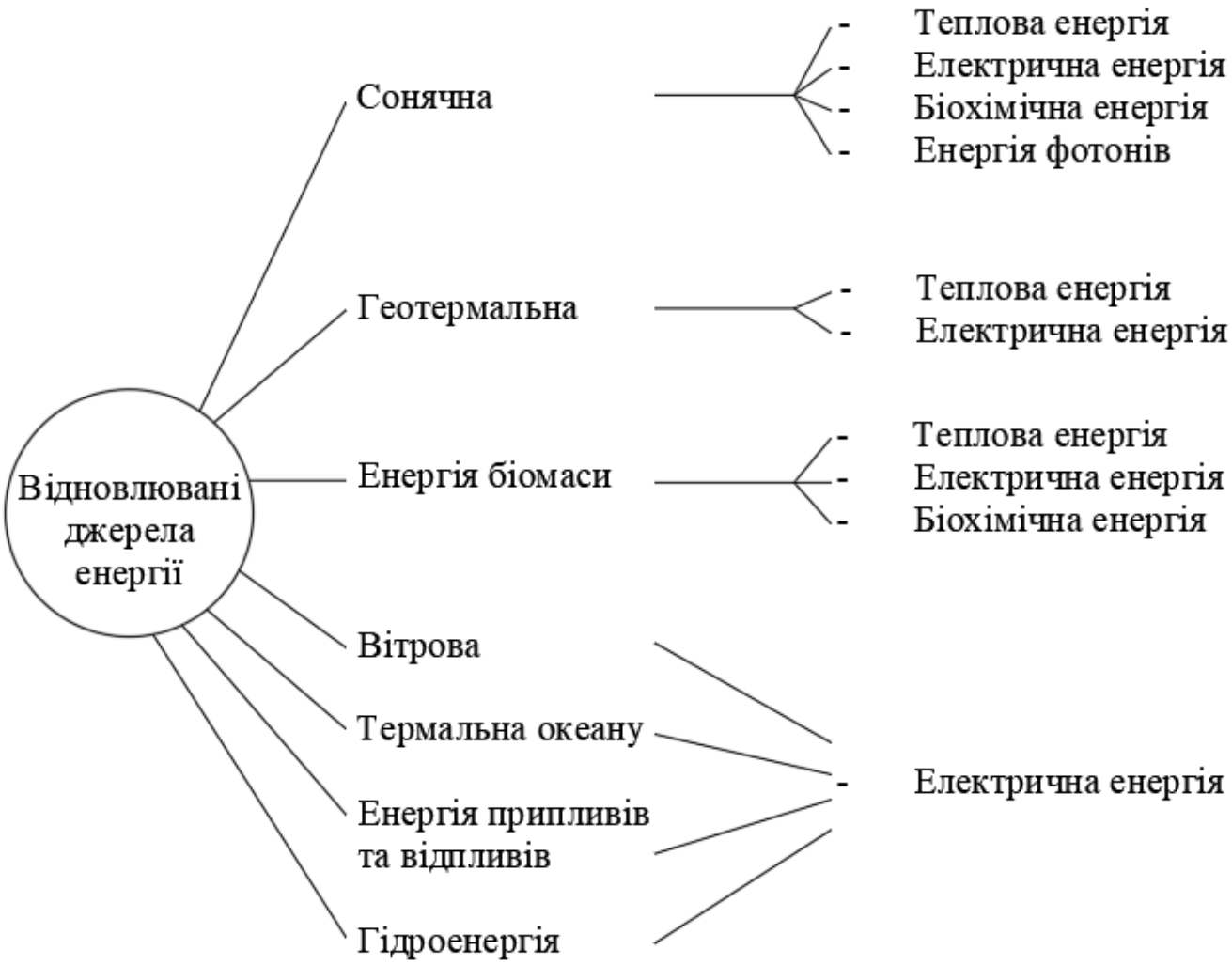

Рисунок 1 – Первинна енергія, що використовується для генерації водню [5]

Загалом, відомо щонайменше 18 методів отримання водню з ВДЕ, з яких найбільшого практичного поширення набули [6]:

- електроліз води – процес розкладу молекули води на водень H_2 і кисень O_2 під дією електричного струму (протонообмінний або лужний);
- газифікація біомаси – взаємодія твердої біомаси з водяною парою у результаті чого утворюється синтез-газ ($CO+H_2$);
- риформінг біопалива – термохімічний процес утворення водню з біогазу;
- біофотолізис – виробництво водню з води за рахунок використання чутливих до світла мікроорганізмів – мікроводоростей, що розміщуються у фотобіореакторі;
- темнова ферментація – процес утворення водню біологічними мікроорганізмами з органічного субстрату за умови повної відсутності світла;

– фотоферментація – аналогічний до темнової ферментації процес утворення водню, з єдиною різницею, що він може проходити лише за наявності світла.

Сьогодні, такі методи виробництва водню як біофотолізис, темнова ферментація та фотоферментація є найменш ефективними та перебувають на стадії експериментальних досліджень. Тому пропонується початково зосередитися на методах електролізу води, газифікації біомаси та риформінгу біопалива.

Газифікація біомаси та риформінг біопалива за технологічною реалізацією схожі між собою, тому їх можна віднести до однієї категорії для порівняння з електролізом води. Основною відмінністю є те, що газифікація та риформінг використовують теплову, а електроліз – електричну енергії відновлюваних джерел енергії. Ефективність виробництва водню за допомогою вищезгаданих методів майже однакова і варіюється в межах 60-85% [7]. Але при цьому головною перевагою електролізного методу виробництва є те, що вихідна речовина має значно вищий ступінь чистоти і може сягати 99,99%, у той час як при газифікації та риформінгу у результаті отримують водень з значно нижчою чистотою, величина якої сягає 16,2-18,2%.

Висновки. Зважаючи, що Україна має значний енергетичний потенціал генерації електричної енергії за рахунок енергій сонячного випромінювання та вітрю, що складають відповідно 82,77 ГВт та 688 ГВт [8], найбільш раціональний метод виробництва «зеленого» водню для України є електроліз води. Застосування електролізу для виробництва «зеленого» водню, дозволить розширити потенціал використання відновлюваних джерел енергії та забезпечити транспортні, енергетичні та експортні потреби.

Перелік посилань

1. Концепція «Зеленого» енергетичного переходу України до 2050. Міністерство енергетики та захисту довкілля. 2020. URL: https://menr.gov.ua/news/34424.html.

2. Енергетичну стратегію України оновлять відповідно до Інтегрованого плану з боротьби зі зміною клімату та розвитку енергетики до 2030 року. 2020. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245477679.

3. Wood J. What are the three colors of hydrogen. 2020. URL: https://spectra.mhi.com/what-are-the-three-colors-of-hydrogen.

4. A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe. Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions. Brussels. 2020. P. 1-23.

5. Яковлєва Н. Україна постачатиме водень в Європу вантажівками і залізницею. Ecotown. 2020. URL: https://ecotown.com.ua/news/Ukraina-postachatime-voden-v-vropu-vantazhivkami-i-zaliznitseyu/.

6. Dincer I. Green methods for hydrogen production. Hydrogen Energy. 2012. Vol. 37. P. 1954–1971.

7. S. Shiva Kumar, V. Himabindu. Hydrogen production by PEM water electrolysis – A review. Materials Science for Energy Technologies. 2019. Vol. 2. Issue 3. P. 442-454.

8. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України. Національна Академія Наук України Інститут Відновлюваної Енергетики. Київ: 2020. 163 с.