

Янкін Д.В., аспірант кафедри гірничої інженерії та освіти

Науковий керівник: Саїк П.Б., к.т.н., доцент кафедри гірничої інженерії та освіти
(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ

Вирішення проблем незалежності становлення української енергетичної галузі, яка є однією з найважливіших, складових частин економічної безпеки країни є вкрай важливим науково-практичним завданням. Сьогодні найпоширенішою сировиною для виробництва енергії є вугілля, газ та нафта. Стрімке зростання попиту на енергію та зменшення ресурсів викопних видів палива змушує суспільство шукати альтернативні методи виробництва енергії. Крім того, ресурси викопного палива необхідно використовувати більш ефективно з погляду таких проблем, як: глобальне потепління та забруднення навколишнього середовища. Водночас нестабільні ціни на нафту, а також посилення екологічного законодавства щодо викидів парникових газів змушують найбільші економічні держави шукати новий, конкурентоспроможний за ціною та екологічно чистий енергоносіє. На думку фахівців у коротко- та середньостроковій перспективі водень, ймовірно, стане цим бажаним енергоносієм [1].

До зазначених методів отримання альтернативної енергії відносять енергію сонячного випромінювання, вітру, морів, річок, біомаси, теплоти Землі, вторинних енергетичних ресурсів, які існують постійно або виникають періодично у довкіллі. Окремо автор роботи вважає за необхідне виокремити технології отримання енергії водню.

Першою комерційною технологією, що датується кінцем 1920-х років, був електроліз води для отримання чистого водню. Таким чином, період між 1920-ми і 1970-ми роками був «золотим віком» для розвитку технології електролізу води [2]. Цей метод використовує електрику для розділення води на водень та кисень. Електроліз є добре відомим методом, і він вважається найпростішим методом отримання водню. Недоліком способу отримання водню за допомогою системи електролізу є те, що він використовує занадто багато електроенергії. З цієї причини цей метод досить дорогий. Тому це спонукає науковців та виробників до постійно вдосконалення даної системи зі збереженням економічних та екологічних компонент процесу отримання водню.

Іншою технологією отримання водню є система високотемпературного електролізу (НТЕ – high-temperature electrolysis), яка знаходиться на стадії становлення та постійного вдосконалення [3, 4]. Дана технологія є більш ефективною, ніж інші системи електролізу. В результаті це є перспективним методом отримання водню. НТЕ використовує теплову енергію та електроенергію для відділення води. Крім того, ця система використовує високу температуру (800 – 1000 °С) для підвищення ефективності електролізу. Пара надходить на катодну сторону. Після цього пара розділяється на газоподібний водень та іони кисню, а потім утворюється газоподібний кисень шляхом розрядження іонів кисню, які протікають через керамічний матеріал. У методі НТЕ енергія для розчинення води зменшується, однак ефективність системи зростає. НТЕ використовується для отримання більшої кількості водню в цій системі. За рахунок використання високотемпературної пари в розробленій системі зменшується енергія для електролізу води.

Окремим етапом розвитку водневих технологій є застосування переривчастих мереж (вітрових, фотоелектричних та ін.) при електролізі води. Іншим методом виробництва водню є залучення біомаси та біогазу для сприяння реакцій електролізу [5].

У 1960-х роках промислове виробництво водню повільно змінювалося. Основою технології ставала вихідна сировина у вигляді викопного виду палива. Сьогодні передові процеси, що дозволяють отримувати водневу продукцію з використанням викопного палива ґрунтуються на газифікації, термічному крекінгу та термічній конверсії. Передові високотемпературні електрохімічні системи, що задіяні при електролізі задають високі вимоги до електроенергії та призводять до значних капітальних витрат. Термічний крекінг метану потенційно є найдешевшим процесом для виробництва водню. За ним слідує процес крекінгу вугілля вуглеводнів. Щоб досягти повного потенціалу, процеси термічного крекінгу залежать від врахування чистого вуглецевого побічного продукту палива.

Використання газифікації є поширеним методом отримання водню з вугілля. Вугілля є найпоширенішим і одним із найдавніших ресурсів викопного палива у світі. Загалом вугілля використовується для спалювання для виробництва енергії та потреб в опаленні в усьому світі. Газифікація – це процес термохімічного перетворення, при якому утворюється газ із вугілля. Інакше кажучи, тверде паливо перетворюється на газове. Метою газифікації є зменшення шкідливих викидів, що виникають при спалюванні вугілля, та збільшення якості кінцевого енергетичного продукту (генераторного газу) [6]. Отриманий газ після процесу газифікації можна безпосередньо використовувати в котлах або в різних процесах з отриманням водню. Також газ, який виходить з підземного чи наземного реактора, може бути використаний у хімічній промисловості та у виробництві енергії. Виробництво водню газифікацією вугілля є дорогим методом порівняно з іншими методами виробництва викопного палива. Але витрати на видобуток і транспортування вугілля є досить низькими, а вугілля є в достатку. Водночас замість спаленого вугілля використання газифікованого вугілля є більш ефективним з погляду енергії та шкідливих викидів. Термічна деструкція вугілля нижчої якості на генераторний газ, а не безпосереднє спалювання, дозволяє вирішити проблеми пов'язані зі сталим розвитком гірничодобувних регіонів.

Висновки. Кожна із зазначених технологій щодо отримання водню перебуває на різному етапі розвитку. Вона пропонує унікальні можливості та переваги. Сьогоднішній розвиток енергетики постійно ставить перед суспільством нові виклики. Доступність сировини, апробація та готовність технологій, їх попит, питання щодо державного регулювання та витрат, перш за все, впливатимуть на вибір та терміни різних варіантів виробництва водню.

Вдячність. Представлені результати отримані у рамках виконання науково-дослідної роботи ГП-511 «Науково-практичні засади структурних трансформацій вугледобувних підприємств на основі інноваційних технологій раціонального природокористування».

Перелік посилань

1. Smoliński, A. (2009). Coal-Based Hydrogen Production with CO₂ Capture in the Aspect of Clean Coal Technologies. *Green Energy and Technology*, 295-305. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1017-2_17
2. Santos, D. M. F., Sequeira, C. A. C., & Figueiredo, J. L. (2013). Hydrogen production by alkaline water electrolysis. *Química Nova*, 36(8), 1176-1193. <https://doi.org/10.1590/s0100-40422013000800017>
3. Valderrama, C. (2016). High-Temperature Electrolysis. *Encyclopedia of Membranes*, 937-939. https://doi.org/10.1007/978-3-662-44324-8_2122
4. Xu, H., & Ni, M. (2021). High-temperature electrolysis and co-electrolysis. *Power to Fuel*, 51-73. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-822813-5.00008-4>
5. Карпчук, Г. Л. (2019). Порівняльний аналіз варіантів виробництва водню за рахунок використання відновлювальних джерел енергії. *В матеріали XX міжнародної*

науково-практичної конференції «Відновлювальна енергетика та енергоефективність у XXI столітті», 210-213.

6. Saik, P.B., Falshtynskiy, V.S., Lozynskiy, V.H., Cabana, E., Demydov, M. S., & Dychkovskiy, R.O. (2020). Efficiency of underground gas generator in consideration of the reverse mode. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (4), 39-46. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-4/039>