

## **ЕКОЛОГОЕНЕРГЕТИЧНІ НЕТРАДИЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ЇХ РОЗВИТКУ**

У роботі представлено результати аналітичного огляду сучасного стану і перспектив розвитку водневої енергетики в європейських країнах та інших країнах світу.

Нині використання водню як потенційної альтернативи викопному вуглецевому паливу претендує на статус одного з основних каталізаторів енергетичної трансформації у напрямку сталого розвитку суспільства із всеохоплюючим застосуванням відновлювальних джерел енергії (ВДЕ).

Основна характеристика, що робить водень привабливою альтернативою традиційному паливу, – це його здатність горіти (точніше – окислюватися з виділенням енергії) без утворення CO<sub>2</sub>.

Друга важлива характеристика – у формі водню енергію можна зберігати довше, ніж в акумуляторах. За потреби, ця енергія може бути знову перетворена в електрику, або ж спалена у формі газу, замість викопного палива.

Генерація електрики від сонячних та вітрових електростанцій (зараз це основні потужності ВДЕ) залежить від мінливої погоди, сонце та вітер не можна вмикати чи вимикати. Для безаварійної роботи електричних мереж генерація та споживання у будь-який момент часу мають збігатися.

Виробляючи водень у період надлишку потужностей і конвертуючи водень в електроенергію в моменти “провалу”, водень допомагає пристосувати непрогнозовану генерацію електрики від ВДЕ до можливостей мереж та потреб споживачів: (рис. 1)

Зараз більшість водню отримують із газу. При такому виробництві на 1 кг водню утворюється 9,3 кг CO<sub>2</sub>. Також водень можна отримувати з газифікованого вугілля, але в процесі виходить більше викидів CO<sub>2</sub>.

“Зеленим” або “чистим” називають водень, отриманий шляхом електролізу і для виробництва якого використано енергію з ВДЕ.

За даними BNEF, до 2050 року “зелений” водень зможе забезпечити близько 24 % світового споживання енергії. Зараз він дорожчий за “традиційний” водень: 2,5-5,5€/kg проти 1,5-2 €/kg у традиційного. Подальше зниження ціни електрики, а також введення податку на викиди CO<sub>2</sub> може швидко змінити ситуацію. За оцінками ЄС, до 2030 року в місцях з дешевою енергією від ВДЕ “зелений” водень почне конкурувати з “традиційним”: (рис. 2)

На конференції “Водень для кліматичних дій” у жовтні 2019 керівники європейських країн та бізнесу висловилися на підтримку водню. За словами віцепрезидента Єврокомісії, переробити наявну газотранспортну систему ЄС під потреби водню нескладно. Так само, як і переробити під водень заправки, що зараз використовують газ.

У рамках конференції презентували 11 проектів зеленої водневої енергетики, затверджені Єврокомісією. Упродовж наступних 5-10 років на їх реалізацію виділять понад 60 мільярдів євро. Головна мета – зменшення викидів вуглекислого газу (приблизно 35 млн тонн на рік). Європейська воднева стратегія, анонсована у липні 2020, передбачає 40 ГВт і 10 млн тонн “зеленого” водню. А до 2050 водень має стати головним енергоносієм і замінити викопне паливо у секторах економіки, які складно декарбонізувати.

У своїй аналітиці за 2019, Міжнародна енергетична агенція зазначає: “Лише декілька країн встановили конкретні цілі щодо використання водню у сфері електроенергетики. Однак, як можна зрозуміти з зазначено вище, ситуація дуже швидко розвивається на користь водню. ЄС – це глобальний економічний гравець. Ще у 2019 ніяких конкретних цілей по водню у ЄС не було, а вже в 2020 з’являється воднева стратегія з амбітними планами до 2030 року.

За даними цього ж звіту, виробляти водень будуть завдяки генерації сонячної та вітрової енергії. За розрахунками, вартість 1 кг водню складатиме \$0,8 – 1,6 з урахуванням зберігання та транспортування, що приблизно відповідає сьгоднішній вартості природного газу в енергетичному еквіваленті.

На економічні перспективи водню впливатиме ще один фактор, який складно передбачити – введення та/чи ріст податку чи інших обмежень на викиди CO<sub>2</sub>. Для досягнення цілей Паризької кліматичної угоди, ціна на викиди CO<sub>2</sub> має зрости до 50-100 \$/т. CO<sub>2</sub> до 2030 року. В ЄС податок на CO<sub>2</sub> відрізняється залежно від країн: від 0,10 \$ у Польщі до 119 \$ у Швеції. В Україні податок на CO<sub>2</sub> становить 0,36 \$ за тону CO<sub>2</sub>. Перспективи водню залежать від росту ціни і появи інших обмежень на викидами CO<sub>2</sub>. Ціни у 32 \$ може бути достатньо, щоб водень почав конкурувати з газом у сфері маневрової електрогенерації.

Для порівняння вартості впровадження водневих технологій з традиційним, треба брати до уваги не лише капітальні витрати на впровадження, але і майбутні експлуатаційні витрати. Перші для водню будуть вищими, але другі – можуть бути значно нижчими. Більше того, в розрахунках потрібно враховувати втрати суспільства від забруднення, спричиненого традиційними технологіями. Якщо провести таке порівняння, то водень для людства вже зараз може виявитися більш вигідним паливом, ніж газ чи нафта.

#### **Список використаних джерел:**

1. Водень – паливо майбутнього? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://ecoclubrivne.org/hydrogen\\_energy](https://ecoclubrivne.org/hydrogen_energy).
2. ВОДЕНЬ В АЛЬТЕРНАТИВНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ ТА НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЯХ. [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.materials.kiev.ua/Hydrogen/mono2.pdf>.
3. Водень – інноваційний енергоносіє майбутнього. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://forbes.ua/company/vodorod-sposoben-osvezhit-boloto-globalnoy-energetiki-i-zapustit-epokhu-rekonstruktsii-v-chem-ego-sila-17062021-1822>.
4. АЛЬТЕРНАТИВНЕ ПАЛИВО ЯК ОСНОВА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ І ЕКОБЕЗПЕКИ АВТОТРАНСПОРТУ. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://core.ac.uk/reader/268399120>.
5. Колір водню: чому це важливо? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://enkorr.ua/uk/publications/kolr\\_vodnyu\\_chomu\\_ce\\_vazhливо /254421](https://enkorr.ua/uk/publications/kolr_vodnyu_chomu_ce_vazhливо /254421)
6. СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У СВІТІ. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2021/5\\_2021/32.pdf](https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2021/5_2021/32.pdf).