

ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЇХ ВЛИВ НА ЕКОНОМІЦІ УКРАЇНИ

¹Інститут економіки промисловості НАН України

²АБК «Дніпро»

Анотація. В статті проаналізовано тенденції та перспективи розвитку водневої енергетики в світі та ґрунтовано необхідність виробництва водню в Україні. Проаналізовані інституційні умови ЄС до декопбанізації.

Ключеві слова: енергетика, глобалізація, водень, енергетичний баланс

Trends and prospects of hydrogen energy and their impact on the economy of Ukraine

Abstract. The article analyzes the trends and prospects for the development of hydrogen energy in the world and substantiates the need for hydrogen production in Ukraine. The institutional conditions of the EU before decarbonization are analyzed.

Key words: energy, globalization, hydrogen, energy balance

Перехід до екологічно чистої енергетики – це магістральний напрям України, який визначатиме головні тренди розвитку економіки протягом наступних 30 років. Європа переходить до декарбонізованої енергетичної системи. Усі країни-члени ЄС підписали та ратифікували Паризьку угоду про зміни клімату, яка була розроблена у зв'язку з глобальним підвищенням температури у цьому столітті на 2 °С від рівня доіндустріального періоду, з метою обмеження зростання температури до 1,5 °С. Перехід до нової енергетичної моделі змінює уявлення щодо виробництва, поставки, зберігання та споживання енергії.

Метою ЄС є скорочення викидів вуглеводу на 80–95% до 2050 року у порівнянні із 1990 роком. Це означає майже повну декарбонізацію виробництва електроенергії та збільшення рівня використання відновлювальних джерел енергії. Країни, які підписали Паризьку угоду про зміну клімату у 2015 році, погодилися докладати більше зусиль щодо скорочення викидів у повітря. У 2018 році Міжурядова комісія із зміни клімату визначила необхідність зменшення антропогенних викидів CO₂, які повинні досягти нуля у 2050 р. Це пов'язано із зупиненням глобального підвищення температури, щоб величина підвищення була не вище 1,5 °С.

Водень може сприяти стійкому, сталому енергетичному розвитку у майбутньому. Це може відбуватися двома шляхами:

1. Існуючі промислові підприємства можуть використовувати водень, вироблений альтернативними методами з інших джерел енергії.

2. Водень можна використовувати в широкому спектрі інших галузей. Наприклад, у транспорті, опаленні, виробництві сталі та електроенергії. Водень можна використовувати як у чистому вигляді, так і перетворити на паливо на основі водню, у т.ч. синтетичний метан, синтетичне рідке паливо, аміак та метанол.

Водень – універсальний енергоносіє, який може допомогти у вирішенні глобальних економічних проблем, він може вироблятися майже з усіх енергетичних ресурсів, хоча зараз використання водню в нафтопереробці та хімічному виробництві переважно покривається воднем із природного газу та вугілля.

Чистий водень, що виробляється з відновлюваних джерел, ядерного палива або вугілля може допомогти декарбонізувати цілий ряд секторів, включаючи транспорт та деякі види промисловості, зокрема виробництво добрива, сталі, в яких важко зменшити викиди у повітря.

Водень також може допомогти поліпшити якість повітря в містах та покращити енергетичну безпеку.

Сьогодні водень, в основному, використовується в нафтопереробному та хімічному секторах і виробляється з природного газу та вугілля.

Слід зазначити, що у 2019 році відбувається зростання попиту на водневі технології, що привернуло увагу політичних лідерів країн світу.

У 2019 р. ринок електромобілів з паливними елементами збільшився майже вдвічі завдяки надзвичайному розширенню виробництв їх в Китаї, Японії та Кореї. Однак існуючі низьковуглеродні виробничі потужності і досі не відповідають новим стандартам. Потрібно зробити додаткові кроки для зменшення витрат - замінити високовуглеродний на низьковуглеродний водень у галузях економіки; розширити використання водню в нових сферах.

Доктором Фатіхом Біролом, виконавчим директором МЕА, разом з паном Хіросіге Секо, міністром економіки, торгівлі та промисловості Японії, з нагоди зустрічі міністрів енергетики та навколишнього середовища G20 у Каруїдзаві (Японії), була написана доповідь «Майбутнє водню: використання сучасних можливостей», в якій відзначено, що чистий водень у майбутньому отримує сильну підтримку урядів та компаній у всьому світі, а кількість проектів щодо розвитку водневої енергетики швидко розшириться. Водень може допомогти замінити різні види критичної енергії, допомогти у збереженні продукції відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні батареї та вітер.

Водень може сприяти декарбонізації цілого ряду секторів, включаючи транспортування, виробництво хімікатів та сталі, в яких важко скоротити виброси у повітря. Перехід до водневої енергетики може допомогти поліпшити якість повітря та зміцнити енергетичну безпеку.

Водень можна виробляти із різних видів палива, а саме: з відновлюваних джерел, ядерної енергії, природного газу, вугілля та нафти. Водень можна транспортувати у вигляді газу трубопроводами або у рідкій формі на кораблях подібно до скрапленого природного газу (СПГ). Водень може бути перетворений на електроенергію та метан для забезпечення будівництва та харчової промисловості, а також використовуватися як паливо для автомобілів, вантажівок, кораблів та літаків.

Сьогодні до виробництва водню привернута увага урядів країн світу, які імпортують та експортують енергію, а також промислових галузей, що використовують відновлювані джерела енергії, автовиробників, нафтогазових компаній.

На основі аналізу світового попиту МЕА (Міжнародне енергетичне агентство) розробило рекомендації, які допоможуть урядам, компаніям та іншим зацікавленим сторонам розширити застосування водородних проектів у всьому світі. В рекомендаціях визначені сфери, в яких доцільно зосередити зусилля для зростання світового виробництва чистого водню в найближчі роки, а саме: розширення використання водню у транспорті - в легкових автомобілях, вантажівках та автобусах, які курсують на ключових маршрутах.

Слід зазначити, що існують великі проблеми щодо розповсюдження водневої енергетики, так як виробництво водню з енергії з низьким вмістом вуглецю коштує достатньо дорого, розвиток водневої інфраструктури відбувається повільно, що стримує широке впровадження водню; деякі нормативні акти наразі обмежують розвиток чистої водневої промисловості.

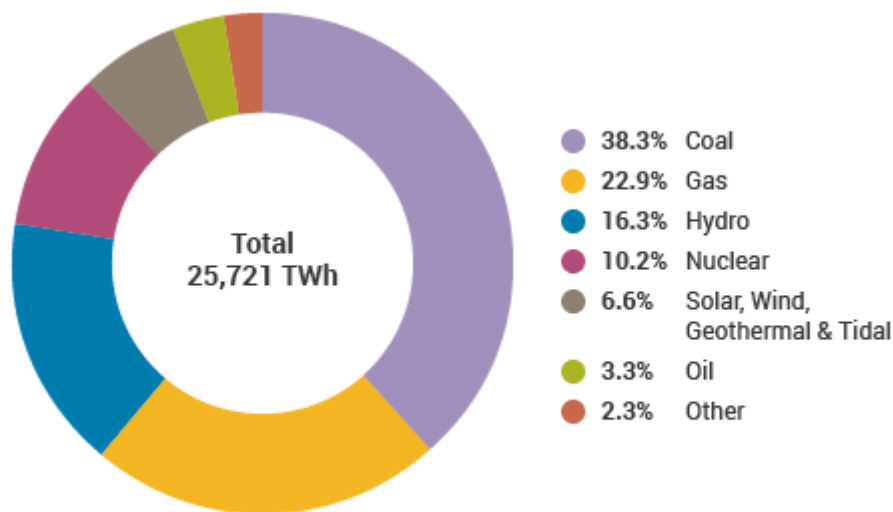
Сьогодні водень уже використовується в промислових масштабах, але він майже повністю виробляється з природного газу та вугілля. При його використанні у хімічній та нафтопереробній промисловості здійснюється виброс у повітря 830 мільйонів тонн CO_2 на рік. Це еквівалент річних вибросів вуглеводу у Великобританії та Індонезії разом узятих.

У світовому балансі водородна енергетика складає 16,3 % (рис. 1).

Скорочення викидів від існуючого виробництва водню є проблемою, для вирішення якої необхідно збільшити масштаби виробництва чистого водню у всьому світі. Одним із підходів є збирання, зберігання та використання CO_2 від виробництва водню з вугілля. В даний час у всьому світі існує декілька промислових підприємств, що використовують дану технологію, і ще багато в стадії розробки. Цих підприємств недостатньо для переведення економік на суто водеву енергетику.

Інший підхід полягає у забезпеченні промисловості запасами водню за рахунок чистої електроенергії. За останні два десятиліття виникло понад 200 проектів з перетворення електроенергії та води у водень для зменшення викидів від транспорту, для створення єдиної інтегрованої енергетичної системи відновлюваних джерел з іншими. Розширення використання чистого водню в інших секторах - таких як легкові автомобілі, вантажівки, виробництво металокопонування та опалювальні будівлі - є ще однією важливою проблемою. В даний час по всьому світу на дорогах існує близько 11 200 автомобілів з водневим двигуном. Більшість урядів країн вимагають, щоб ця

цифра різко зросла до 2,5 млн до 2030 року. Але керівники урядів повинні переконатися, що ринкові умови будуть адаптовані для досягнення таких амбітних цілей.



Source: IEA Electricity Information 2019

Рис.1. Світовий енергетичний баланс

Світові тенденції у енергетичній сфері націлені на декорбонізацію виробництва та застосування водню. Водень - універсальний енергоносіє, який може допомогти у вирішенні глобальних економічних проблем. Водень можна виробляти майже з усіх енергетичних ресурсів, хоча сьогоднішнє використання водню в нафтопереробці та хімічному виробництві переважно покривається воднем із вугілля. Водень може допомогти замінити різні види критичної енергії, допомогти у збереженні продукції відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна батарея та вітер.

Водень може сприяти декорбонізації цілого ряду секторів-включаючи транспортування, виробництва хімікатів та сталі, в яких важко скоротити викиди в Україні. Перехід до водневої енергетики може допомогти поліпшити якість повітря та зміцнити енергетичну безпеку України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Mahfuz MH, et al. Exergetic analysis of a solar thermal power system with PCM storage. *Energy Convers Manage* 2014;78:486–92.
2. Ley MB, et al. Complex hydrides for hydrogen storage – new perspectives. *Mater Today* 2014;17(3):122–8.
3. Stern AG, Stern AG. A new sustainable hydrogen clean energy paradigm. *Int J Hydrogen Energy* 2018:1–12.
4. Burhan M, Shahzad MW, Choon NK. Hydrogen at the Rooftop: compact CPV-hydrogen system to convert sunlight to hydrogen. *Appl Therm Eng* 2017.
5. Graetz J, Vajo JJ. Controlled hydrogen release from metastable hydrides. *J Alloys Compd* 2018;743:691–6.
6. Ivancic TM, et al. Discovery of a new Al species in hydrogen reactions of NaAlH₄. *J Phys Chem Lett* 2010;1(15):2412–6.
7. Thomas G. Overview of storage development DOE hydrogen program. *Annu Rev*; 2000.
8. Ouyang LZ, et al. Excellent hydrolysis performances of Mg₃RE hydrides. *Int J Hydrogen Energy* 2013;38(7):2973–8.
9. Han W, Liu DN, Shi YW, Tang JH, Li YF, Ren NQ. Mixed immobilized sludge reactors. *Bioresour Technol* 2014.
10. Han W, Fang J, Liu Z, Tang J. Bioresource technology techno-economic evaluation of a combined bioprocess for fermentative hydrogen production from food waste. *Bioresour Technol* 2016;202:107–12.
11. Han W, et al. Simultaneous dark fermentative hydrogen and ethanol production from waste bread in a mixed packed tank reactor. *J Clean Prod* 2017;141:608–11.

12. Jain RK, Jain A, Jain IP. Effect of La-content on the hydrogenation properties of the Ce_{1-x}La_xNi₃Cr₂ (x=0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1) alloys. Int J Hydrogen Energy 2012;37(4):3683–8.
13. Biomass Explained: Landfill Gas and Biogas. U.S. Energy Information Administration, 12 Nov. 2019.

Осадча Наталія Вікторівна – доктор економічних наук, доцент, провідний науковий співробітник, Інститут економіки промисловості НАН України, м. Київ, e-mail: nosadcha86@gmail.com.

Іванов Сергій Володимирович – доктор економічних наук, професор, член-кореспондент НАН України, директор АБК Дніпро.

Osadcha Natalia Viktorivna - Doctor of Economics, Associate Professor, Leading Researcher, Institute of Industrial Economics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, e-mail: nosadcha86@gmail.com.

Ivanov Serhiy Volodymyrovych - Doctor of Economics, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine, Director of ABC Dnipro.