

речовин: Науково-практичний посібник / С. М. Крамарьов, Л. П. Бандура, В. В. Гулін, В. М. Гулін. Дніпро: ТОВ підприємство «Дріант», 2020. 57 с. Режим доступу: <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/3407> (дата звернення: 29.10.2024).

5. Собко Б. Ю., Ложніков О. В. Дослідження впливу параметрів хвостосховища у внутрішньому відвалі кар'єра на показники площі відновлення порушених земель. *Збірник наукових праць НГУ*. № 59, 2019. С. 8-20.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-192>

DEVELOPMENT OF HYDROGEN ENERGY IN JAPAN

РОЗВИТОК ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ЯПОНІЇ

Fomin A.V.,

PhD (History),

Associate Professor,

*LLC "Technical university "Metinvest
polytechnic", Zaporizhzhia, Ukraine*

Фомін А.В.,

к.і.н., доцент,

ТОВ «Технічний університет

«Метінвест політехніка»,

м. Запоріжжя, Україна

У зв'язку з глобальним потеплінням світ постав перед викликами, які загрожують існуванню людства. У цих умовах провідні країни світу також взяли на себе ініціативу з розробки та впровадження технологій, які здатні якщо не відвернути, то значно призупинити насування планетарної антропогенної екологічної катастрофи. Самій Японії збереження існуючих темпів накопичення вуглецю в атмосфері загрожує затопленням значних територій, посиленню впливу екстремальних природних явищ, втратою традиційного способу життя. У той же час, ця країна входить до п'ятірки найбільших виробників CO₂ у світі. Досвід Японії у технологічних новаціях надзвичайно цінний для подальшого розвитку України, особливо в умовах післявоєнної відбудови, адже наша мета – вуглецева нейтральність до 2060 року [1].

Водень як паливо має свої переваги та недоліки. Застосовування водню, як правило, призводить до відтворення води і запобігає зміні клімату. По-друге, його універсальність. Водень генерується для виготовлення аміачних добрив та у нафтопереробці, може заміняти вугілля чи газ, слугувати енергоносієм для таких енергоємних галузей як

металургія. По-третє, він дає вищий коефіцієнт корисної дії. ККД двигуна внутрішнього згоряння – 35%, а водневого – 45%. Авто на водні пройде у 2.5 рази більшу дистанцію, ніж автівка на бензині. Водень дозволить Японії диверсифікувати постачання енергетичних ресурсів. Сучасна залежність країни від імпорту вуглеводнів із Близького Сходу є небажаною. Виробництво власного водню вирішуватиме цю проблему, але все ж Японія буде вимушена імпортувати частину H₂ через специфічний гористий рельєф, що не дозволяє створювати поля з сонячними панелями, а будувати вітряки заважають тайфуни і глибоке дно біля узбережжя [2].

Втім, є суттєві недоліки, котрі блокують використання водню. Основний – це сучасний спосіб виготовлення H₂. Наразі 70% усього виробленого водню у світі є «сірим» – генерованим із газу чи нафти способом метанової реформації, при якому виділяється CO₂. Інші 27% є «коричневим» воднем – отриманим із вугілля. Рішенням проблеми виготовлення має стати «блакитний» та «зелений» водень. Перший також добувається із корисних копалин, але при цьому діоксид вуглецю вловлюється спеціальною технологією, а потім утилізується. Другий отримується з електролізу (розщепленням води на водень та кисень) за допомогою електричного струму, одержаному із відновлюваних джерел енергії – сонячної чи вітрової.

Значний вплив на розвиток енергетики Японії зчинила аварія на АЕС у Фукусімі у 2011 р. Вона змінила пріоритети розвитку енергетики та значно зменшила долю атомної енергії у загальному балансі через зупинення атомних енергоблоків. Найбільший науково-дослідний водневий центр було відкрито саме неподалік Фукусіми.

Поточна енергетична політика країни закріплюється у регулярно публікованих «Стратегічних енергетичних планах» (англ. Strategic Energy Plan, скор. SEP) – програмних документах, які є орієнтиром для формування енергетичної політики на певний період часу. При цьому SEP не можна назвати нормативним актом, хоча він складається на урядовому рівні та затверджується кабінетом міністрів згідно з регламента. У свою чергу SEP розробляються на основі прийнятого в 2002 р. Базового закону про енергетичну політику (англ. Basic Act on Energy Policy). В даний час діє шостий SEP – 2021, прийнятий у жовтні 2021 р. Попередні SEP приймалися у 2018, 2014, 2010, 2007 та 2003 рр. відповідно. Відповіддю на Фукусімську катастрофу 2011 р. став ухвалений у квітні 2014 р. четвертий SEP, в якому була сформульована політика скорочення залежності від ядерної енергетики та викопних ресурсів та розширення використання відновлюваних джерел енергії

(BIE), адже використання атомних блоків у країні припинялося. План закріпив принцип технологічної надійності як додатковий принцип до затверджених раніше – енергетичної безпеки, економічної ефективності та екологічної прийнятності. На той момент принцип технологічної надійності припускав зниження залежності від ядерної енергетики до мінімально можливого рівня. При цьому було наголошено на підвищенні енергоефективності (особливо на технічне переозброєння теплових електростанцій) та на розвиток відновлюваної енергетики. У цьому ж документі були вперше представлені плани Японії щодо створення так званого «водневого суспільства». П'ятий SEP закріплював заходи, необхідні для формування до 2030 р. нової структури національного енергобалансу, а також для досягнення амбітної мети знизити викид парникових газів на 80% відповідно до зобов'язань Японії в рамках Паризької угоди щодо клімату 2015 р. Ініціатива «зеленої» трансформації (GX) націлена на перетворення промислової структури та соціальної системи на основі екологічно чистої енергії. У жовтні 2020 р. Міністерство економіки, торгівлі та промисловості Японії (METI) виступило за вуглецеву нейтральність, метою якої є скорочення викидів парникових газів до нуля до 2050 року. У грудні того ж року було випущено «Стратегію «зеленого» зростання до 2050 р.» для забезпечення вуглецевої нейтральності. Особлива увага у шостому SEP приділяється розширенню використання біопалива (біодизелю та біоетанолу) у транспортному секторі. Планується заборонити до 2035 р. продаж транспортних засобів, не оснащених гібридними двигунами [8]. Нарешті, шостий SEP передбачає подальше зниження залежності від нафти та природного газу та офіційне включення до енергетичного балансу водню та аміаку як енергоносіїв нового покоління. Урядом країни планується до 2030 р. створити міжнародну систему виробництва та постачання водню за участю японських компаній. При цьому автопарк Японії має налічувати 800 тис. працюючих на водневому паливі автомобілів, а водень як енергоносіє використовуватиметься у 5 млн домогосподарств. «Шостий базовий план з науки та технологій» (2021–2026 pp.) містить ключові контури науково-технічної та інноваційної політики Японії, що реалізується на даному етапі. У ньому йдеться про прагнення Японії стати найсприятливішою для розвитку інновацій країною у світі, а також міститься опис національної концепції «Суспільство 5.0». Наразі Японія, яка першою в світі опублікувала свою Базову водневу стратегію в 2017 р., у червні 2023 р. оголосила про переглянуту мету збільшити постачання водню до 12 млн. тонн на рік до 2040 року, за даними Reuters [3]. Початковий план передбачав, що до

2030 р. постачання водню в Японії досягне 3 млн. тонн на рік з 2 млн. тонн зараз. До 2050 року Японія прагне досягти близько 20 млн. тонн, коли очікується, що світовий ринок водню буде генерувати 2,5 трлн доларів річного доходу. Планується інвестувати 15 трлн єн (107,5 млрд дол) протягом наступних 15 років для забезпечення країни воднем. З плану у 15 трлн єн уряд планує виділити 6-8 трлн, а решта коштів надійде від приватного сектору, повідомили в Міністерстві промисловості [3].

Відповідно до цієї стратегії у 2030 році очікується 800 тис. автомобілів, які працюють на водневих паливних комірках, 1200 автобусів, близько 5,3 млн паливних комірок та 1000 водневих заправок. На сьогодні в Японії налічується близько 7500 автомобілів, які працюють на водневих паливних комірках, 120 автобусів, близько 440 тис паливних комірок та близько 160 водневих заправок. Наразі цього недостатньо, але країна продовжує розбудовувати водневу інфраструктуру. Вартість водневого палива для автомобілів в Японії встановлена на однаковому рівні з нафтовим паливом. Зважаючи на вищу собівартість виробництва водню у порівнянні з нафтовим паливом, в країні існує система державної підтримки [5]. Міністерство економіки, торгівлі та промисловості Японії виділить 5000 млрд. ієн (31,6 мільярда євро) на розвиток водневої авіації протягом наступних десяти років [4]. У місті Кобе водень опалює та виробляє електроенергію для лікарень, спортивних клубів та поїздів. Ланцюг постачання водневої енергії в Кобе використовує водень, вироблений в Австралії, а потім доставлений до Японії. Промисловий концерн Kawasaki Heavy Industries першим організував морські перевезення водню. Він охолоджується до температури -253°C і перевозиться до споживача у зрідженому вигляді. Танкер Suiso Frontier довозитиме вантаж з Австралії до Японії за 16 днів [6]. Будівництво Woven City у місті Суsono, префектура Сідзуока, біля підніжжя гори Фудзі почалося в лютому 2024 р. Через місяць дочірня компанія Toyota запустила Woven Capital, новий венчурний фонд, який буде інвестувати у технології безпечної мобільності. Перша інвестиція Woven Capital – в автономну компанію з доставки Nuro [7].

Отже, країна сонця, що сходить, має інноваційний неоціненний досвід розробки та впровадження водневих технологій в енергетиці, що стануть у потребі нашої країні по завершенню війни. Законодавство Японії у сфері водневої енергетики наразі немає світових аналогів.

Перелік використаних джерел

1. Євстігнеєва Ольга. Як українському бізнесу позбутися викидів та врятувати планету? Global Compact Network Ukraine. URL:

<https://globalcompact.org.ua/news/%D1%8F%D0%BA-%D1%83%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%83-%D0%B1%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D1%81%D1%83-%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%B1%D1%83%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F-%D0%B2%D0%B8/> (дата звернення: 01.11.2024)

2. Шевченко Петро. Воднева стратегія Північно-Східної Азії: про що слід подумати Україні. URL: https://lb.ua/world/2021/09/07/493325_vodneva_strategiya_pivnichnoshidnoi.html (дата звернення: 01.11.2024)

3. Katya Golubkova, Yuka Obayashi. Japan to invest \$107 billion in hydrogen supply over 15 years. Reuters. URL: <https://www.reuters.com/business/energy/japan-invest-107-bln-hydrogen-supply-over-15-years-2023-06-06/> (дата звернення: 01.11.2024)

4. Японія злітає на зустріч водневим літакам. Інститут відновлюваної енергетики НАН України URL: <https://www.ive.org.ua/?p=5029&lang=uk> (дата звернення: 01.11.2024)

5. Держенергоефективності вивчає досвід Японії у розвитку водневої енергетики. URL: <https://ecolog-ua.com/news/derzhenergoefektyvnosti-vyvchaye-dosvid-yaponiyi-u-rozvytku-vodnevoyi-energetyky> (дата звернення: 01.11.2024)

6. Japan's hydrogen power play. Euronews 2024. URL: <https://www.euronews.com/2021/10/25/japan-s-hydrogen-power-play> (дата звернення: 01.11.2024)

7. Anton Stolyarov. Toyota хоче побудувати місто, яке буде житися від водневих паливних елементів. Рубрика. URL: <https://rubryka.com/2021/05/16/misto-majbutnogo-toyota/> (дата звернення: 01.11.2024)

8. 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. Том 32 (71). № 5. 2021. С. 199 – 209.