

вкладень. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення технологій використання чистої енергії у судноплаванні.

### Література

1. International Maritime Organization (IMO). Regulations and Fuel Consumption Reports. URL: <https://www.imo.org>.
2. ResearchGate: Alternative Marine Fuels. URL: <https://www.researchgate.net>.
3. DSpace Kharkiv: Аналіз судових палив. URL: <https://dspace.univer.kharkiv.ua>.

## МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЮ, ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

**Нерубацький Володимир Павлович**, к.т.н, доцент, доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки,

Український державний університет залізничного транспорту,  
e-mail: [NVP9@i.ua](mailto:NVP9@i.ua), ORCID: 0000-0002-4309-601X

**Шапалова Дар'я Сергіївна**, здобувачка вищої освіти,  
Український державний університет залізничного транспорту,  
e-mail: [dashashapovalova2017@gmail.com](mailto:dashashapovalova2017@gmail.com)

Водень – найлегший та найпоширеніший хімічний елемент у Всесвіті, який має величезний енергетичний потенціал. Він не зустрічається у вільному вигляді, але входить до складу води, органічних сполук і багатьох мінералів [1]. Основна перевага водню як джерела енергії – його екологічність, адже при спалюванні або використанні в паливних елементах утворюється лише вода. Крім того, водень має високу енергетичну щільність, що робить його ефективним паливом для різних галузей економіки.

Для отримання водневого палива існує кілька технологічних підходів. Найбільш екологічним є електроліз води, особливо за умови експлуатації відновлюваної енергії, що дозволяє отримувати так звані “зелений” водень. Однак промислове виробництво водню найчастіше здійснюється за допомогою парової конверсії метану, що є високоефективним процесом, але має значні викиди CO<sub>2</sub>. Для зменшення цього негативного впливу застосовують методи уловлювання і збереження вуглецю, що дозволяє отримувати “блакитний” водень. Окрім цього, досліджуються альтернативні методи, зокрема газифікація біомаси (для отримання “біоводню”), піроліз метану, а також фотоелектрохімічний розклад води та біологічне виробництво. Розвиток цих технологій

сприяє створенню екологічно чистої енергетики і зменшення викидів парникових газів [2].

Однак ефективне використання водню неможливе без вирішення проблем накопичення та транспортування. Водень характеризується низькою густиною і високою леткістю, що вимагає створення спеціальних умов для його безпечного транспортування та зберігання. Найпоширенішим методом є транспортування водню трубопроводами, що дозволяє передавати великі обсяги на відстані, але цей метод потребує великих інвестицій у спеціалізовану інфраструктуру. Інші варіанти включають перевезення стиснутого водню в балонах або цистернах, що забезпечує мобільність, хоча й обмежує місткість. Рідкий водень, який транспортується при наднизьких температурах, дозволяє зберігати великі обсяги, але потребує значних енергетичних витрат. Перспективними варіантами є хімічні носії водню, такі як амоніак чи органічні рідкі сполуки, які дозволяють безпечно транспортувати водень у стабільному стані. Крім того, активно розвиваються металогідридні системи, що можуть абсорбувати водень і вивільняти його за потреби [3].

Водневі технології знаходять усе більше застосування в різних галузях, сприяючи розвитку екологічно чистої енергетики та зниженню викидів вуглекислого газу. У транспортній сфері можна використовувати водневе паливо для живлення автомобілів, автобусів, вантажівок, поїздів і навіть літаків, забезпечуючи довготривалу роботу без шкідливих викидів. Водневі двигуни мають високу енергоефективність, а єдиним продуктом їх роботи є водяна пара, що робить їх перспективною альтернативою традиційним видам палива. У промисловості водень необхідний для виробництва амоніаку, метанолу, у металургії для очищення металів, а також у нафтохімічній галузі для переробки нафти. Зокрема, його застосування дозволяє зменшити використання вуглецю у виробничих процесах. В енергетиці для накопичення надлишкової електроенергії, отриманої з відновлюваних джерел (вітру та сонця), значну роль відіграє водень, забезпечуючи баланс електромереж і стабільність енергосистеми [4]. Він може використовуватися у газотурбінних установках, змішуючись із природним газом, що знижує рівень викидів. Активний розвиток водневих технологій сприятиме створенню сталої енергетичної інфраструктури, яка не буде залежати від викопного палива та покращення екологічної ситуації у світі.

Попри значні переваги, широке використання водню стикається з низькою труднощію. Насамперед це висока вартість виробництва “зеленого” водню через необхідність використання дорогих електролізерів і великої кількості електроенергії. Додатково, недостатній рівень розвитку інфраструктури для його транспортування та зберігання також є стримувальним фактором. Окрему увагу слід приділяти питанням безпеки, адже водень – вибухонебезпечний газ, який потребує спеціальних умов зберігання.

Враховуючи ці виклики, країни світу активно інвестують у розвиток водневої економіки, розробляючи національні стратегії та підтримуючи дослідження нових технологій. З кожним роком вартість виробництва “зеленого” водню знижується, а технологічний прогрес сприяє його ефективнішому використанню. Очікується, що водень стане ключовим елементом у стратегіях декарбонізації енергетики та промисловості, допомагаючи знизити викиди парникових газів і створити стійку енергетичну систему [5].

Таким чином, водень має всі передумови стати основою чистої енергетики майбутнього. Він може відіграти важливу роль у зменшенні викидів парникових газів, підвищенні енергетичної безпеки та розвитку відновлюваних джерел енергії. Проте його широкомасштабне впровадження потребує значних інвестицій у наукові дослідження, інфраструктуру та безпечні технології використання.

### Література

1. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / За ред. С. О. Кудрі. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. 82 с.
2. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С. О. Кудрі. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. 392 с.
3. Гуцаленко О. В., Василенко Т. С. Перспективи застосування водню як альтернативного джерела енергії. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. 2014. Вип. 1. С. 193–200.
4. Stel'mashenko Y. O., Filippova V. D. State policy on hydrogen energy development as an alternative energy source. Bulletin of Kherson National Technical University. 2023. Vol. 1(84). P. 244–249.
5. Shrayber O. A., Dubrovskiy V. V., Teslenko O. I. Current state and prospects for the development of hydrogen energy in the world. Scientific Notes of V. I. Vernadsky Taurida National University. Series: Technical Sciences. 2021. Vol. 32(71). P. 199–209.