

Яворський Андрій Вікторович

кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційно-вимірювальних технологій та енергетичного менеджменту Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

ORCID: 0000-0002-5970-4286

Цих Віталій Сергійович

кандидат технічних наук, завідувач кафедри інформаційно-вимірювальних технологій та енергетичного менеджменту Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

ORCID: 0000-0002-9095-4099

Сорока Назарій-Андрій Юрійович

доктор філософії, старший викладач кафедри архітектури та будівництва Університету Короля Данила
ORCID: 0000-0002-8549-7014

Карпаш Максим Олегович

доктор технічних наук, проректор з міжнародних зв'язків та стратегічного розвитку Університету Короля Данила
ORCID: 0000-0002-4223-3828

***ПРАВОВІ АСПЕКТИ РЕГУЛЮВАННЯ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В
УКРАЇНІ***

Дослідження присвячене аналізу чинних в Україні нормативних документів у сфері виробництва, транспортування, зберігання та споживання водню як палива. У результаті проведеного аналізу було виявлено сектори водневої економіки, для яких відсутнє або недостатнє нормативно-правове забезпечення. Відповідно, для прискорення розбудови даного сектору енергетики та можливості експортувати водень до країн Європейського Союзу, необхідно гармонізувати державні стандарти України з вже наявними CEN та ISO стандартами для водню. Дослідження також враховує наявні стандарти для газоводневих сумішей, що дозволить впроваджувати водневі технології на початковому етапі, застосовуючи наявну газотранспортну інфраструктуру України.

Ключові слова: водень; газоводнева суміш; стандарт; нормативно-правове забезпечення; нормативний документ.

Andriy Yavorskiy

PhD in Engineering, Associate professor of the Department of Information and Measurement Technologies and Energy Management, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

TSYKH VITALIY

PhD in Engineering, Head of the Department of Information and Measurement Technologies and Energy Management, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

SOROKA NAZARII-ANDRII

PhD in Metrology and Information Measuring Technologies, Senior lecturer of the Department of Architecture and Construction, King Danylo University

MAKSYM KARPASH

Doctor of Sciences, Vice-rector of International Affairs and Sustainable Development, King Danylo University

**LEGAL ASPECTS OF HYDROGEN ENERGY SECTOR REGULATION IN
UKRAINE**

The study analyzes the current regulatory documents in Ukraine in the field of production, transportation, storage and consumption of hydrogen as a fuel. The analysis has identified sectors of the hydrogen economy that lack or have insufficient regulatory provision. Accordingly, in order to accelerate the development of this energy sector and the ability to export hydrogen to the European Union, it is necessary to harmonize Ukraine's national standards with the existing CEN and ISO standards for hydrogen. The study also takes into account the existing standards for gas-hydrogen mixtures, which will allow the introduction of hydrogen technologies at the initial stage, using the existing gas transportation infrastructure of Ukraine.

Keywords: hydrogen; gas-hydrogen mixture; standard; regulatory provision; regulatory document.

Кліматичні зміни дедалі сильніше впливають на екосистеми, що, в свою чергу, впливає на якість життя населення і патерни споживання енергії. Згідно з прогнозами МЕА, споживання енергії до 2040-го року зросте на 34% відносно рівня 2018 р. [1]. Такий приріст зумовлений, зокрема, зростанням кількості населення, яке за прогнозами сягне 10 млрд. осіб до 2100-року [2], а також зростаючими темпами індустріалізації та створення бізнесу, ґрунтованого на алгоритмах машинного навчання, що потребує значного розширення потужностей дата центрів.

В Україні наявна спадаюча тенденція споживання первинних енергоносіїв, як відображено на рисунку 1, що дозволило станом на 2022 рік скоротити викиди парникових газів на 66% відносно рівня викидів 2000-го року [3]. Проте, для досягнення національно-визначеного внеску у зниження рівня викидів парникових газів до 2030-го року необхідно знижувати викиди ще на 1,1 млн. т.

починаючи з 2021 року, а для досягнення нульового рівня викидів до 2050-го року – на 13 млн. т. щорічно [4]. Дані МЕА показують, що станом на 2022 рік найбільша частка викидів в Україні припадає на генерацію електроенергії та теплової енергії (48,6 %), промисловість (11,3 %) та житловий сектор (11,4 %) [3].

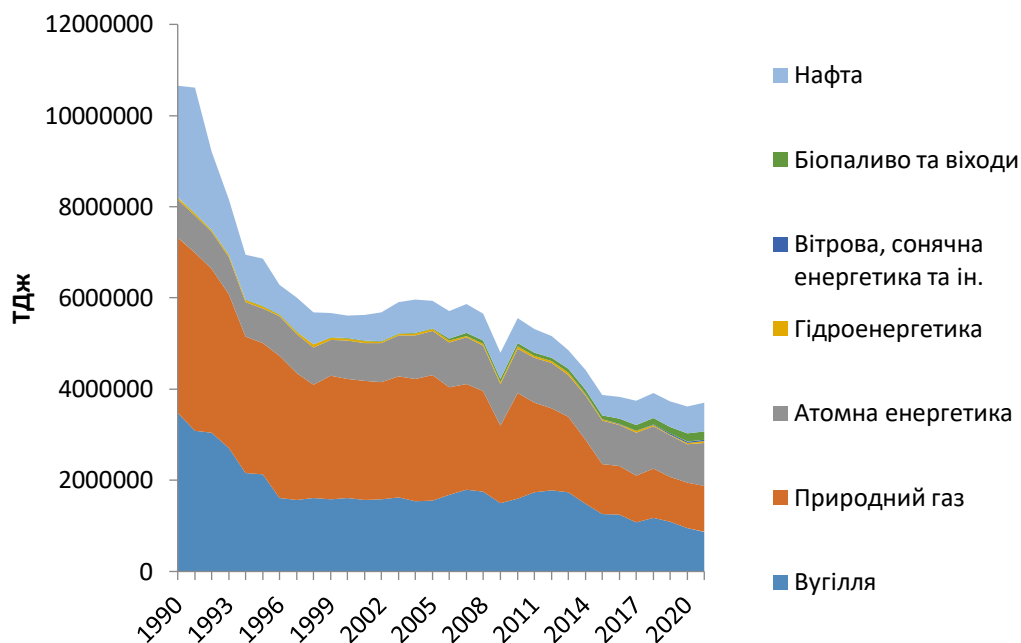


Рисунок 1 – Тенденція споживання енергії в Україні [5]

Враховуючи прогнози досягнення піку видобування викопного палива до 2030 року, розвиток альтернативних джерел енергії, зокрема відновлювальних палив, є необхідним. Заміщуючи наявне споживання викопного палива ВДЕ, знижується рівень викидів парникових газів у атмосферу, а також підвищується рівень енергетичної безпеки протягом війни, оскільки значні обсяги розподіленої генерації унеможливлюють втрату великих об'ємів генерації у випадку ураження однієї електростанції.

Враховуючи складності інтеграції значних обсягів відновлюваних джерел енергії до наявної електромережі через переривчастий характер генерації, необхідно впроваджувати системи накопичення енергії великої потужності. Порівняння технологій накопичення енергії показує, що акумуляторні технології експлуатуються в системах з потужністю до декількох МВт·год з часом

розряджання до декількох днів, а накопичення енергії у формі водню дозволяє зберігати до декількох ТВт·год із часом розряджання до 1 місяця [6].

Враховуючи вище зазначене, доцільно розглядати введення водневих технологій у зв'язку з можливістю застосування його як накопичення електроенергії, а також як паливо для отримання теплової енергії, чи застосування у промисловості та транспортному секторі, де електрифікація дуже дорогою або недоцільною.

Виклад основного матеріалу

В даному дослідженні розглядалися нормативні документи в Україні, що регламентують виробництво, транспортування, зберігання, споживання водню, його безпечну експлуатацію, а також вплив водню на матеріали.

Пошук чинних стандартів в Україні, що стосуються водню як палива та газоводневих сумішей здійснювався на базі каталогу стандартів УкрНДНЦ [7] та БудСтандарту онлайн [8]. Також враховувався перелік нормативно-правових актів, що регламентують застосування водню згідно з [8, 9]. Частина результатів пошуку наведено у таблиці 1.

Загальна кількість розглянутих нормативних документів становить 60 стандартів та нормативно-правових актів з охорони праці, пожежної безпеки та ін. Рисунок 2 відображає кількість нормативних документів за конкретними напрямками їх застосувань. Стандарти, які охоплюють декілька напрямків враховувалися у інфографіці лише один раз.

Таблиця 1 – Основні стандарти України щодо застосування водню

№ п/п	№ стандарту	Назва
1	ДСТУ 2655-94	Водень. Терміни та визначення
2	ДСТУ ISO 14687:2021	Якість водневого палива. Технічні характеристики продукції (ISO 14687:2019, IDT)
3	ДСТУ EN 17124:2022	Водневе паливо. Специфікація продукту та забезпечення якості для водневих заправних точок, що роздають газоподібний водень. Застосування паливних елементів на протонообмінній мембрані (PEM) для транспортних засобів (EN 17124:2022, IDT)
4	ДСТУ EN 17127:2022	Зовнішні пункти заправки воднем, що роздають газоподібний водень і охоплюють протоколи заправки (EN 17127:2020, IDT)

5	ДСТУ EN 17533:2022	Газоподібний водень. Балони і трубки для стаціонарного зберігання (EN 17533:2020, IDT)
6	ДСТУ EN 17339:2022	Пересувні газові балони. Повністю упаковані вуглецеві композитні балони та трубки для водню (EN 17339:2020, IDT)
7	ДСТУ ISO 16111:2019	Транспортабельні пристрої для зберігання газу. Водень, абсорбований оборотним гідридом металу (ISO 16111:2018, IDT)
8	ДСТУ ISO 22734:2021	Водневі генератори з використанням електролізу води. Промислове, комерційне та житлове застосування (ISO 22734:2019, IDT)
9	ДСТУ ISO/TR 15916:2021	Основні концепції щодо безпеки водневих систем (ISO/TR 15916:2015, IDT)
10	ДСТУ EN 60079-29-1:2017	Вибухонебезпечні середовища. Частина 29-1. Газоаналізатори. Вимоги до характеристик газоаналізаторів горючих газів (EN 60079-29-1:2016, IDT)



Рисунок 2 – Кількість нормативних документів щодо водневої енергетики за напрямками

Як видно з рисунку 1, в Україні недостатньо охоплено питання заправної інфраструктури, інтеграції водню до наявної інфраструктури природного газу, зберігання водню, його генерації та якості. Порівнюючи кількість впроваджених стандартів у світі, які регламентують водневий сектор, необхідно прискорити процеси з гармонізації стандартів, що спростить впровадження пілотних водневих проєктів для власного споживання, і стимулюватиме міжнародну торгівлю даним енергоносієм в подальшому.

Висновки

У дослідженні встановлено, що розвиток водневих технологій в Україні стикається з обмеженою кількістю нормативних документів, що ускладнює їх впровадження у промисловості та транспорті. Ідентифіковано значну кількість нормативно-правових актів та стандартів, серед яких ключовими є гармонізовані міжнародні стандарти та стандарти ЄС. На даний час наявна прогалина в стандартах, що стосуються інфраструктури заправки, зберігання водню та інтеграції його до газових мереж. Це свідчить про необхідність гармонізації українських стандартів із іншими наявними міжнародними для стимулювання розвитку водневої економіки.

ЛІТЕРАТУРА

1. World Energy Outlook // International Energy Agency, 2019. P. 23. [Electronic resource]. Access mode: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/98909c1b-aabc-4797-9926-35307b418cdb/WEO2019-free.pdf>.
2. DSW. Infografiken. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.dsw.org/infografiken/>.
3. International Energy Agency. Ukraine: Emissions. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.iea.org/countries/ukraine/emissions#how-much-co2-does-ukraine-emit>.
4. Climate Pledges Explorer: Estimates for mid-term energy-related GHG emissions and long-term pledges to reach Net Zero. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/climate-pledges-explorer#overview>.
5. International Energy Agency. Energy Statistics Data Browser: Ukraine. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=UKRAINE&fuel=Energy%20supply&indicator=TESbySource>.
6. Cantisani, N., Ritschel, T., Thilker, C., Madsen, H., Jørgensen, J. Modeling, scientific computing and optimal control for renewable energy systems with storage. — arXiv preprint, 2022. DOI: 10.48550/arXiv.2212.08842.
7. Каталог стандартів України // УкрНДНЦ. [Electronic resource]. Access mode: https://uas.gov.ua/standards-catalog/search?page=1&page_size=20.
8. БудСтандарт Онлайн. [Electronic resource]. Access mode: <https://online.budstandart.com/ua/>.
9. Dubko S. Draft Roadmap for production and use of hydrogen in Ukraine. 2021. 90 p.

REFERENCES

1. World Energy Outlook // International Energy Agency, 2019. P. 23. [Electronic resource]. Access mode: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/98909c1b-aabc-4797-9926-35307b418cdb/WEO2019-free.pdf>.

2. DSW. Infografiken. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.dsw.org/infografiken/>.
3. International Energy Agency. Ukraine: Emissions. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.iea.org/countries/ukraine/emissions#how-much-co2-does-ukraine-emit>.
4. Climate Pledges Explorer: Estimates for mid-term energy-related GHG emissions and long-term pledges to reach Net Zero. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/climate-pledges-explorer#overview>.
5. International Energy Agency. Energy Statistics Data Browser: Ukraine. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=UKRAINE&fuel=Energy%20supply&indicator=TESbySource>.
6. Cantisani, N., Ritschel, T., Thilker, C., Madsen, H., Jørgensen, J. Modeling, scientific computing and optimal control for renewable energy systems with storage. — arXiv preprint, 2022. DOI: 10.48550/arXiv.2212.08842.
7. Catalog of Standards of Ukraine // UkrNDNC. [Electronic resource]. Access mode: https://uas.gov.ua/standards-catalog/search?page=1&page_size=20.
8. BudStandard Online. [Electronic resource]. Access mode: <https://online.budstandart.com/ua/>.
9. Dubko S. Draft Roadmap for production and use of hydrogen in Ukraine. 2021. 90 p.