

УДК 629.113

Повар О.С.<sup>1</sup>, Артюх О.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> студ. гр. Т-114м НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

## **ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ: ПЕРЕХІД ДО ВОДНЕВИХ ПАЛИВ**

Розвиток автомобільного транспорту в умовах глобальних екологічних викликів вимагає пошуку альтернативних джерел енергії, які зменшать викиди шкідливих речовин у атмосферу. Одним із найперспективніших напрямків є перехід до водневих палив, які мають низку переваг порівняно з традиційними видами палива, такими як бензин чи дизель. Однак перехід до водневого транспорту потребує значних інвестицій у розвиток інфраструктури виробництва, зберігання та розподілу водню, а також подолання технологічних та економічних бар'єрів.

### ***Переваги водневих палив***

*Екологічна чистота.* Водневі паливні елементи виробляють енергію шляхом хімічної реакції між воднем і киснем, в результаті чого утворюється лише вода та тепло. Це робить водневі автомобілі екологічно чистими, оскільки вони не викидають у атмосферу шкідливі речовини, такі як CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> або тверді частинки. Наприклад, автомобілі на водневих паливних елементах, такі як Toyota Mirai або Hyundai Nexo, демонструють нульові викиди під час експлуатації.

*Висока енергоефективність.* Водневі паливні елементи мають високу енергоефективність порівняно з традиційними двигунами внутрішнього згорання. ККД водневих елементів може сягати 60–70%, тоді як ККД бензинових двигунів становить лише 20–30%. Це дозволяє водневим автомобілям забезпечувати більший запас ходу при меншій витраті енергії.

*Швидкість заправки.* Однією з головних переваг водневих автомобілів є швидкість заправки, яка становить лише 3–5 хвилин. Це значно швидше порівняно з електромобілями, які потребують годин для повного заряджання. Така швидкість заправки робить водневі автомобілі більш зручними для використання, особливо на довгих маршрутах.

#### ***Виклики переходу до водневих палив***

*Висока вартість виробництва водню.* Виробництво водню є досить енергоємним процесом, що робить його дорогим. Наприклад, виробництво водню методом парового риформінгу природного газу (найпоширеніший метод) супроводжується викидами CO<sub>2</sub>, що знижує екологічну ефективність. Зелене виробництво водню за допомогою електролізу води, яке використовує відновлювані джерела енергії, є більш екологічно чистим, але значно дорожчим.

*Відсутність інфраструктури.* Розвиток водневих автомобілів вимагає створення розгалуженої мережі водневих заправних станцій. Наприклад, у Європі станом на 2023 рік налічується близько 200 водневих заправних станцій, що є недостатнім для масового використання водневих автомобілів. В Україні така інфраструктура практично відсутня.

*Технологічні обмеження.* Водневі паливні елементи мають обмежений термін служби та вимагають регулярного обслуговування. Крім того, зберігання та транспортування водню пов'язані з певними ризиками, оскільки водень є вибухонебезпечним газом.

**Досвід Європи у розвитку водневих технологій.** Європейські країни активно впроваджують водневі стратегічні програми, що включають будівництво мережі заправних станцій, підтримку досліджень у галузі водневих паливних елементів та стимулювання промисловості до переходу на водень. Наприклад, у Німеччині діє програма H2 Mobility, яка передбачає будівництво 400 водневих заправних станцій до 2026 року. У Франції держава підтримує розвиток водневих технологій через податкові пільги та субсидії для виробників водневих автомобілів.

#### ***Основні елементи європейського досвіду***

*Державна підтримка.* Європейські країни активно підтримують розвиток водневих технологій через субсидії, податкові пільги та інші заходи.

*Розвиток інфраструктури.* У Європі активно будуються водневі заправні станції, що дозволяє забезпечити зручність для власників водневих автомобілів.

*Дослідження та інновації.* Європейські країни інвестують у дослідження водневих технологій, що дозволяє розробляти новітні рішення для виробництва, зберігання та використання водню.

**Перспективи розвитку водневих технологій в Україні.** Україна має значний потенціал для розвитку водневих технологій, особливо з огляду на можливості виробництва зеленого водню за допомогою відновлюваних джерел енергії. Наприклад, сонячні електростанції та вітрові генератори могли б стати основним джерелом енергії для виробництва водню шляхом електролізу води.

#### ***Основні напрямки розвитку водневих технологій в Україні***

*Виробництво зеленого водню.* Використання відновлюваних джерел енергії для виробництва водню дозволить зменшити викиди CO<sub>2</sub> та забезпечити екологічну стійкість.

*Розвиток інфраструктури.* Будівництво водневих заправних станцій на основних автомагістралях та в містах дозволить забезпечити зручність для власників водневих автомобілів.

*Співпраця з європейськими партнерами.* Україна може використовувати досвід європейських країн для розвитку водневих технологій, включаючи державну підтримку, податкові пільги та інші заходи.

#### ***Економічні та екологічні переваги водневих технологій***

*Зменшення викидів CO<sub>2</sub>.* Використання водневих палив дозволяє значно зменшити викиди CO<sub>2</sub>, що є важливим для боротьби зі змінами клімату. Наприклад, заміна бензинових автомобілів на водневі дозволить зменшити викиди CO<sub>2</sub> на 50–70%.

*Енергетична незалежність.* Виробництво водню за допомогою відновлюваних джерел енергії дозволить Україні зменшити залежність від імпорту палива та забезпечити енергетичну незалежність.

*Створення нових робочих місць.* Розвиток водневих технологій дозволить створити нові робочі місця у сферах виробництва, транспортування та обслуговування водню.

Перехід до водневих палив є важливим кроком у розвитку екологічно чистих транспортних систем. Водневі технології мають низку переваг, таких як екологічна чистота, висока енергоефективність та швидкість заправки.

Однак для їх масового впровадження необхідно подолати технологічні та економічні бар'єри, включаючи високу вартість виробництва водню, відсутність інфраструктури та технологічні обмеження.

Досвід Європи може бути корисним для України у розвитку водневих технологій, включаючи державну підтримку, розвиток інфраструктури та

співпрацю з європейськими партнерами. Це дозволить створити більш екологічно стійку та ефективну транспортну систему, яка відповідає сучасним вимогам до збереження навколишнього середовища.