

# ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ХНАДУ)



## ПЕРСПЕКТИВИ І РОЗВИТОК ВОДНЕВИХ ЕЛЕКТРОМОБІЛЕЙ

Латвинський Владислав Дмитрович,  
асистент кафедри автомобільної  
електроніки ХНАДУ

# ВСТУП

У сучасному світі дуже гостро стоїть проблема екології в містах, і людство активно шукає способи зменшення викидів, які створюють автомобілі та заводи. Один із методів зниження цих викидів - перехід на альтернативні джерела палива, такі як електрика та водень.

Водень вважається економічно привабливим енергоносієм для використання у транспортній енергетиці, де він є прямим конкурентом для електротранспорту та традиційних двигунів внутрішнього згорання. У сфері вантажного автотранспорту та автобусів водень вже зараз має економічні переваги перед батарейним електричним транспортом, на відміну від водневих легкових автомобілів, які поки є перспективою в довгостроковому плані. Таким чином, транспортний сектор може значно сприяти досягненню цілей декарбонізації за рахунок впровадження нових екологічно чистих автомобільних технологій у порівнянні з традиційними [1,2].



# АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

На сьогоднішній день ще немає однозначної думки про те, які саме електромобілі отримають широке поширення, хоча деякі автомобілі, які використовують електроенергію від акумуляторів, використовуються деякими автомобільними ентузіастами. Для таких автомобілів створена необхідна інфраструктура, мережі заправок в Європі та США. Проте акумулятори мають кілька недоліків: при низьких температурах батарея втрачає заряд, термін служби цих пристроїв становить від 3 до 5 років, при цьому вони часто потребують підзарядки.

Водневі паливні елементи, порівняно з акумуляторами, мають свої переваги: вони також є екологічно чистими та мають термін служби 8–10 років, а також не потребують обслуговування. Порівнюючи їх з двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ), можна зробити висновок, що використання водневого двигуна є більш доцільним, оскільки його коефіцієнт корисної дії (ККД) становить 45%, у порівнянні з ККД бензинових двигунів, який складає 35%. Важливо зауважити, що водневі двигуни працюють майже безшумно, оскільки не видають вібрацій під час експлуатації. Незважаючи на всі позитивні сторони, водневі двигуни мають декілька серйозних недоліків. Наприклад, їхня вартість перевищує вартість звичайних двигунів, і треба також враховувати, що вартість водню вища, ніж вартість бензину. Однак можна вважати, що двигуни на водневому паливі можуть стати більш вигідними. Згідно з проведеними дослідженнями, енергетична потужність одного галона бензину і 1 кілограма водню, еквівалентного йому за обсягом, приблизно однакова (130–140 мегаджоулів). Галон бензину в США коштує 2,9 долара, а 1 кілограм водню – 8,6 долара. Проте термодинамічна ефективність бензину становить 20–25%, у порівнянні з 60% і більше для водню. Отже, паливні елементи є значно ефективнішими за двигуни внутрішнього згоряння, в 2,5–3 рази. Це означає, що автомобілі на водні зможуть проїхати на тому ж об'ємі палива в 2,5–3 рази довше.

# АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

Автомобіль на водневому паливі, по суті, є частково схожим на електромобілем, але з меншим акумулятором: ємність літій-іонного акумулятора в 10 разів менше, ніж у звичайного електромобіля. Тут акумулятор використовується лише як буфер для зберігання енергії, отриманої при рекуперативному гальмуванні, і для швидкого холодного старту. Конструкція водневого електромобіля представлена на малюнку 1.

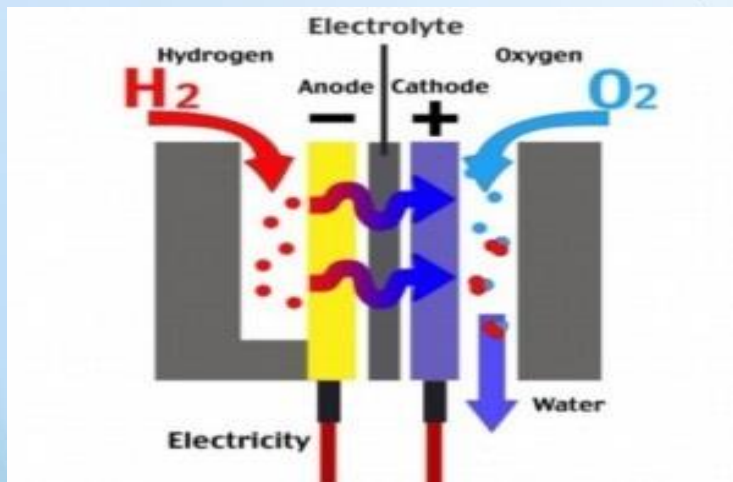
Головне джерело енергії - блок паливних елементів - не входить у робочий режим одразу. На перших прототипах водневих машин для цього знадоблялося близько півтори години. У сучасних моделях - не більше 2 хвилин, щоб розпочати перетворення водню та повітря на водяний пар, азот і електроенергію. Однак для прогріву до робочої температури, коли ККД установки досягає 90%, потрібно від 15 хвилин до години, залежно від оточуючої температури [3,4].



Малюнок 1. Конструкція електромобіля на водневому паливі

# АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

Принцип дії водневого двигуна полягає у наступному: у спеціальному паливному баці розміщений стиснутий водень, який подальшим поступає на паливний елемент. Цей елемент оснащений мембраною, що розділяє камери з анодом (де розміщена позитивно заряджена пластина) та катодом (де розміщена від'ємно заряджена пластина). В камеру з анодом подається водень, а в камеру з катодом - кисень, що надходить із повітрязабірника. Кожен з електродів покритий шаром каталізатора, часто це платина, що призводить до втрати воднем електронів. Протони, які є позитивно зарядженими частинками, проходять до катоду. Там вони з'єднуються з електронами, утворюючи водяну пару та електрику. Ємність водневого акумулятора в 10 разів перевищує ту, що у звичайного електричного акумулятора, і балон із 5 кг водню зазвичай дозволяє подолати близько 500 км. Принцип роботи водневого двигуна представлений на малюнку 2 [5].



Малюнок 2. Принцип роботи водневого двигуна

# АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

В США планується розвиток інфраструктури для використання автомобілів на водневому паливі, але такі проекти потребують значних фінансових інвестицій через поступовий розвиток технологій і неможливість масового впровадження нових автомобільних систем палива у короткі терміни. Однак водневі двигуни мають вагому перевагу - тривалість служби. Якщо електрокари працюють в середньому 3-5 років, то автомобілі з водневими двигунами можуть прослужити від 8 до 10 років. Крім того, вони більш стійкі до змін клімату, оскільки електричні акумулятори втрачають ефективність при низьких температурах.

Також водневе паливо може бути використане для живлення стаціонарних мобільних веж і інших споруд.

Хоча багато людей вказують на високу вартість водню порівняно з іншими видами палива, за розрахунками Міжнародного енергетичного агентства до 2030 року ціни на водень можуть знизитися на 30%, що зробить його більш конкурентоспроможним у порівнянні з іншими джерелами енергії.



# ВИСНОВКИ

Розвинені країни (США, Японія, Китай, країни ЄС) сприятиме масовому виробництву водневих двигунів у багатьох країнах. Наприклад, компанія Toyota бачить основні перспективи для водневих двигунів у компактних автомобілях, середньому та преміум-класі. Іншим прикладом є канадська компанія Ballard Power, яка за замовленням китайського Міністерства транспорту розпочала пілотний проект, у рамках якого водневе паливо можна буде заправляти на звичайних автозаправних станціях.

Проведений аналітичний огляд підтверджує перспективність ринку водневих двигунів як у світі, так і в Україні. З урахуванням цих результатів можна зробити висновок, що з 2040 року розпочнеться масове впровадження в промисловий обіг двигунів, що працюють на водневому паливі.



# СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Andrews J., Shabani B. The role of hydrogen in a global sustainable energy strategy // Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment. 2014. № 3. pp. 474–489.
2. Ball M., Weeda M. The hydrogen economy – Vision or reality? // International Journal of Hydrogen Energy. 2015. № 40. pp. 7903–7919.
3. Acar C., Dincer I. The potential role of hydrogen as a sustainable transportation fuel to combat global warming // International Journal of Hydrogen Energy. 2018.
4. Köhler J., Wietschel M., Whitmarsh L., Keles D., Schade W. Infrastructure investment for a transition to hydrogen automobiles // Technological Forecasting and Social Change. 2010. № 77. pp.1237–1248.
5. Campíñez-Romero S., Colmenar-Santos A., Pérez-Molina C., Mur-Pérez F. A hydrogen refuelling stations infrastructure deployment for cities supported on fuel cell taxi roll-out // Energy. 2018. №148. pp. 1018–1031.

