

Рулевська Т. Ф.; Єльбакієв Д. Г.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

ПЕРСПЕКТИВИ «ВОДНЕВИХ» АВТОМОБІЛІВ

В роботі в стислій формі розглянуто сучасний стан та перспективи впровадження водневих технологій в автомобільній галузі.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. В даній роботі продовжено розвиток наукового напрямку прикладного матеріалознавства в аспекті автомобільній галузі, тих положень, що стосуються водневого чинника [1 - 10]. Мета роботи полягає в продовженні систематизації інформації стосовно впровадження та застосування водневих технологій в автомобільній промисловості.

Ми звикли до конкуренції ДВЗ-авто, гібридів, електрокарів; останні часто розглядаються як загроза звичайним автомобілям. Але чи є загроза самим електрокарам? В такому випадку на думку відразу приходять водневі автомобілі. Їх гідності: вони також «чисті» як електромобілі - немає вихлопних газів, лише водяна пара; при цьому водневий автомобіль позбавлений головного недоліку електрокара - для повної заправки балонів воднем (пробігу близько 600 км) буде потрібно лише близько 4 - 12 хвилин.

Очевидно, що водневий автомобіль конструктивно дуже близький до електрокару. Його, силовим агрегатом тут виступає електромотор; традиційної коробки передач там немає. У більшості водневих авто встановлені невеликі акумулятори, які використовуються для запуску системи та навіть дозволяють проїхати кілька кілометрів виключно в режимі електрокара (тобто АКБ + електромотор). Наприклад, концепт Audi A7 h-tron може проїжджати тільки на електротязі до 45 км, після чого в справу вступають паливні комірки (Fuel Cell), в них виробляється електроенергія (в ході хімічної реакції $H_2 + O = H_2O$), яка відправляється на електромотор - і автомобіль може їхати далі [11].

Головна різниця електрокара та водневого автомобіля - в паливних комірках і балонах з воднем замість великої та ємної АКБ. На більшості, водневих автомобілів встановлюють 2-3 балона, де можна вмістити близько 5-7 кг водню. Кисень для реакції береться з навколишнього повітря, який прокачується до паливних комірок окремим компресором. Запасу водню в 5-7 кг достатньо для пробігу близько 500 км - в середньому інженери обіцяють, що витрата водню близько 1 л на 100 км пробігу, але в реальності витрата складає 1,1 - 1,3 кг на 100 км пробігу.

Таким чином, паливні комірки і об'ємні балони для водню є «серцем» всієї системи водневого авто. З балонами все просто і ясно: багат шарові композитні матеріали; сьогодні - вже відносно невисока вартість; хороша стійкість до руйнувань; займають місце паливного бака і піддону багажника. А ось з паливними комірками все набагато складніше: вони дорогі у виробництві (використовується напилення платини) і мають тягу до деградації.

Проблема з паливними комірками дуже велика, тому деякі найбільші автомобільні виробники, незважаючи на конкуренцію, об'єднуються в одну групу з даної теми: союз Ford, Nissan, Daimler (Mercedes); союз GM (Opel, Chevrolet, ін.) і Honda. Компанії розуміють, що такий складний і дорогий проект буде дуже складно підтримувати в поодиночці. Інший цікавий приклад - Suzuki оголосила про спільну роботу з компанією Intelligent Energy (не пов'язана зі світом автомобілів, а пов'язана з миром енергетики і паливних осередків), що завершилося створенням підприємства SMILE FC.

Компанія Suzuki має намір вже незабаром отримати недорогі паливні комірки для своїх майбутніх водневих автомобілів.

Зараз електродвигуни є більш ефективними, ніж водневі, проте, Toyota і кілька інших автовиробників, які вкладають кошти в цю технологію, змогли зберегти використання водневого паливного елемента в якості потенційного рішення для транспорту з нульовим рівнем викидів [12].

У 2009 році приблизно 25% викидів вуглекислого газу в атмосферу Землі вироблялося в результаті роботи різного роду транспорту [13]. За оцінкою МЕА, вже до 2050 року це число подвоїться і продовжить рости, в країнах, що розвиваються, де буде збільшуватися кількість особистих автомобілів [14]. Крім вуглекислого газу в атмосферу викидаються оксиди азоту, відповідальні за збільшення захворюваності на астму, оксиди сірки, відповідальні за кислотні дощі і т. д.

Іншою причиною підвищення інтересу до водневого транспорту є зростання цін на енергоносії (в даний час переважна їх більшість - вугілля, нафта і їх похідні), дефіцит палива, прагнення різних країн знайти енергетичну незалежність.

Отже, найближчим часом все більш актуальними будуть дослідження, що стосуються застосування нових матеріалів для автомобілів. Це стосується, як нових автомобілів, так і тих, що експлуатуються вже зараз.

Напрацювання по водневим автомобілям були чи не у кожного серйозного виробника машин - пік популярності припав на кінець 1990-х і початок 2000-х років. А перший відомий водневий автомобіль взагалі датується 1966 роком - це був концепт GM Electrovan на базі фургона.



Рисунок 1 – Концепт «водневого» GM Electrovan на базі фургона [11]

Крім вищезгаданих компаній, концептуальні напрацювання були у Honda, Toyota, BMW, Hyundai, і багатьох інших компаній, включаючи навіть Ладу (проект «Антел»; спочатку на базі Ниви, а потім на базі універсала ВАЗ-2111). Причому тільки BMW зважилася на будівництво водневого автомобіля з ДВЗ-мотором, де воднева суміш спалювалась в циліндрах подібно бензину або дизельного палива. Для цього довелося істотно переробити звичний мотор і помітно (приблизно в 2 рази) знизити його потужність для впевненості в надійності. Компанія BMW побудувала кілька варіантів подібних водневих автомобілів на базі «топової» моделі 7-ї серії і навіть була випущена невелика партія автомобілів для використання у партнерів компанії.

Однак все завершилося очікувано - проект водневих автомобілів BMW зі звичним ДВЗ-мотором зараз не працює. Компанія розглядає використання паливних осередків і напрацювань Toyota в своїх майбутніх водневих авто.

Тут цікаві не концепти і поодинокі екземпляри, побудовані для виставки, а ті водневі автомобілі, які реально пішли в серійне виробництво. Але поки що їх вкрай небагато, і вони випущені невеликими партіями.

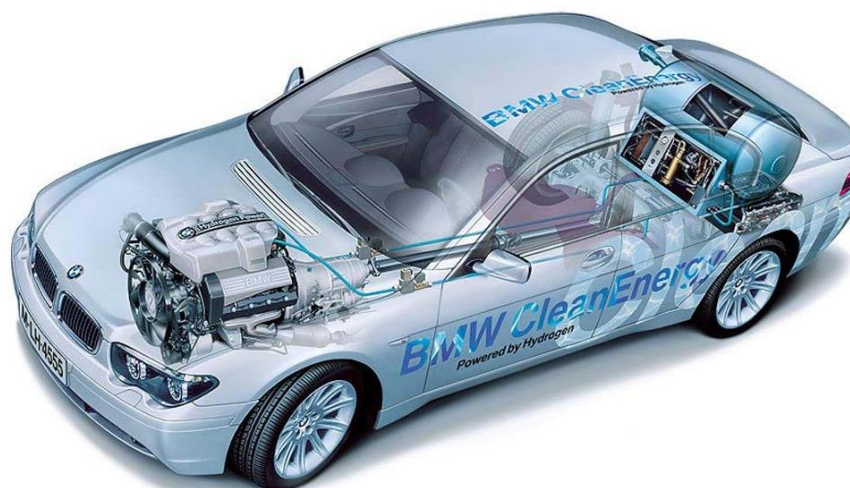


Рисунок 2 – «Водневий» BMW [11]

Крім BMW, серійно водневі автомобілі випускала корейська компанія Hyundai - в 2013 році стартував кросовер iX35 Fuel Cell (5,5 кг водню при витраті 0,96 кг на 100 км, максимальна потужність електрохімічної установки досягала 100 кВт), була заявлена партія близько 1000 примірників. Ще раніше водневі авто почала випускати Honda: перші Honda FCX датуються початком 2000-х; модель наступного покоління - Honda FCX Clarity - датується 2006-м. Але тут мова йде про ще більш дрібні серії: перша модель була мало не експериментальною, а Honda FCX Clarity випустила в кількості близько 200 екземплярів. Компанія Honda заявила, що випустить по-справжньому масовий водневий автомобіль в 2015-2016 році, але поки далі концепт-кара Honda FCEV Concept (нехай і близького до реальності) справа не пішла. На відео можна подивитись про концепт автомобіля Honda FCEV [15].



Рисунок 3 – Концепт «водневого» автомобіля Honda [16]

Концепція Honda FCV - концепт-кар для FCV нового покоління Honda, модель наступника FCX Clarity, з якою Honda прагне досягти подальшого поліпшення продуктивності та зниження вартості. Нещодавно розроблений стек паливних елементів, встановлений для цього концепт-кара, на 33% менше, ніж попередній стек паливних елементів, проте реалізована потужність понад 100 кВт та щільність випуску до 3,1 кВт / л, що покращує загальну продуктивність приблизно 60% у порівнянні з попередньою версією стеків паливних елементів. Нове покоління Honda FCV стане першим в світі седаном FCV з усіма трансмісіями, включаючи зменшену паливну комірку, яка об'єднана під капотом

автомобіля седану. Цей маневр трансмісії забезпечує повністю пасажира в салоні, який комфортно розмістив п'ять дорослих людей, а також дасть змогу розвивати цей автомобіль у декілька моделей у майбутньому, коли більш широке використання ВЧС вимагає розширеного вибору для клієнтів.

Концепція Honda FCV також оснащена резервуаром для зберігання водню високого тиску 70 МПа, що забезпечує круїзний діапазон більше 700 км. Бак може бути наповнений приблизно через три хвилини, що робить дозаправку такою же швидкою і простою як для сучасних бензинових автомобілів.

Крім того, Honda FCV Concept має зовнішню функцію подачі живлення, яка пройшла велику кількість тестів перевірки з FCX Clarity. У поєднанні з зовнішнім пристроєм подачі живлення цей FCV може функціонувати як невелика мобільна електростанція, яка виробляє та забезпечує електроенергію спільноті під час різних подій.

Прагнучі внести свій внесок у майбутнє "суспільство водневої енергії", Honda буде продовжувати приймати нові виклики у галузі водневих технологій, включаючи Smart Hydrogen Station, FCVs та зовнішні пристрої живлення [16].

Зараз головним виробником водних автомобілів на сьогодні стає компанія Toyota, яка націлена на річні продажі своєї моделі Mirai у кількості 2-5 тис. і поступове розширення модельного ряду. Наприклад, очікується гідридний седан Lexus і ще декілька водневих автомобілів Toyota. Якщо все піде за оптимістичним сценарієм, то до 2020-го року Toyota чекає річних продажів на рівні близько 50 тис. «водневих» автомобілів [11].

Toyota приступила до випробувань нового електричного вантажного автомобіля з живленням від водневого паливного елемента. На даний момент вантажівка використовується для перевезення вантажів по коротким маршрутам в морському порту Лос-Анджелеса. Загальний пробіг японської машини за день не перевищує 320 км. Дані машини дозволяють зробити вантажні перевезення більш екологічними [17, 18].

Toyota планує до 2030 року збільшити число машин, що працюють на водні, до 800 тисяч. Для збільшення числа водневого транспорту планується більш ніж втричі знизити ціни на такі автомобілі, довивши їх вартість приблизно до \$ 18 тисяч за штуку [17].

Автомобілі з силовими установками на водневих паливних елементах виробляють і розробляють: Ford Motor Company - Focus FCV; Honda - Honda FCX; Hyundai - Tucson FCEV (паливні елементи компанії UTC Power); Nissan - X-TRAIL FCV (паливні елементи компанії UTC Power); Toyota - Toyota Highlander FCHV, Toyota Mirai; Volkswagen - space up !; General Motors; Daimler AG - Mercedes-Benz A-Class; Daimler AG - Mercedes-Benz Citaro (паливні елементи компанії Ballard Power Systems); Toyota - FCHV-BUS; Thor Industries - (паливні елементи компанії UTC Power); Irisbus - (паливні елементи компанії UTC Power); та інші одиничні екземпляри в Бразилії, Китаї, Чехії і т. д.

Висновки. Головним виробником «водневих» автомобілів на сьогодні стає компанія Toyota, яка націлена на річні продажі своєї моделі Mirai у кількості 2-5 тис. і поступове розширення модельного ряду. Наприклад, очікується гібридний седан Lexus і ще декілька водних автомобілів Toyota. Якщо все піде за оптимістичним сценарієм, то до 2020-го року Toyota чекає річних продажів на рівні близько 50 тис. «водневих» автомобілів, а до 2030 на рівні 800 тис. Не дивлячись на бурхливий розвиток та впровадження, електромобільного транспорту, наукові дослідження, що стосуються, «водневого» матеріалознавства та його застосування в транспортній галузі продовжують свій розвиток.

Список літературних джерел

1. Павлова Ю. В., Рулевська Т. Ф., Колесніков В. О. Застосування адитивних технологій в автомобільній галузі // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. С. 97 -102.

2. Балицький О.І., Еліаш Я., Колесніков В.О., Іваськевич Л.М., Мочульський В.М., Гребенюк С.О., Глюзицький О.О. Дослідження матеріалів для розробки гібридних автомобілів // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. – С. 28-38.

3. Колесников В.А., Калинин А.В., Балицкий А.И., Хмель Я. Необходимость учета влияния водорода на износостойкость материалов в тормозных парах трения автомобилей // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2009. – № 11(141). – Частина 1. – С.62 - 66.

4. Курьлев В.О., Тупельняк О.Л., Колесников В.А. Возможности использования водорода как топлива для автомобилей // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р. – С. 104 - 107.

5. Матвеев Б.В., Колесников В.А. Инновации в автомобилестроении// Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 19 квітня 2013 р. С. 368 -370.

6. Balitskii A.I., Kolesnikov V.O., Elias J., Hawriljuk M.R. Fracture of hydrogenated high nitrogen mangan steels at slide wear // Materials Science. - 2014. – N 4. – P. 110 – 116.

7. Пат. 108524 Україна, МПК G01N3/56, G 01N15/10. Спосіб визначення форми поверхні частинок після сухого та водневого зношування системного комп'ютерного зору / Балицький О.О., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Погорелов О.О., Колеснікова Е.Б.; Власник Фізико-механічний інститут. - № у 2015 12575; заявл. 21.12.2015; опубл. 25.07.2016, Бюл. № 14. – 11 с.

8. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я. Дослідження руйнування ненаводнених та наводнених сплавів в умовах тертя кочення // Проблеми тертя та зношування № 58, 2012. С. 32- 37.

9. Колесников В.А. Краткий обзор новых достижений в области водородного материаловедения. Современные представления об атоме водорода // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2011. – № 2(156) Частина 2. – с. 192 - 199.

10. Kolesnikov V.O. Investigation of the wear products of high-nitrogen steel after hydrogenation // Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa XA/2010. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture – OLPAN, 2010, 10A,271 -275 p.

11. Чи можуть водневі автомобілі скласти конкуренцію електромобілю? [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://e-move.com.ua/mogut-li-vodorodne-avtomobili-sostavit-konkurenciyu-elektromobilyam>.

12. Toyota представила прототип водневої вантажівки [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://hightech.fm/2017/04/20/hydrogen-truck-toyota>.

13. Transport, Energy and CO₂: Moving toward Sustainability [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.iea.org/publications/freepublications/>.

14. Транспортники обсудят вопросы экологии в Токио [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ru.wikipedia.org>.

15. Honda FCV Concept full version [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://youtu.be/jkgY0hQQ854>.

16. Honda FCV Concept. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://www.netcarshow.com/honda/2014-fcv_concept.

17. Toyota представила прототип водневої вантажівки. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://news.finance.ua/ru/news/-/399993/toyota-predstavila-prototip-vodorodnogo-gruzovika-foto>.

Рулєвська Тетяна Федорівна – магістрант кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

Єльбакієв Дмитро Геннадійович – магістрант кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

**Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Житомирський державний технологічний університет
Технічний університет ім. Георгія Асакі, м. Ясси, Румунія
Університет Лінчопінга, Швеція
Департамент енергетики, транспорту та зв'язку Вінницької міської ради**

МАТЕРІАЛИ

**VI-ої МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

**“ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ”**

12-13 квітня 2018

MATERIALS

**OF VI-th INTERNATIONAL SCIENTIFIC PRACTICAL
INTERNET-CONFERENCE
“PROBLEMS AND PROSPECTS OF AUTOMOBILE TRANSPORT”**

ВНТУ, Вінниця, 2018

Колесніков В. О. Індустріальна технологічна революція (Індустрія 4.0), як вона торкнеться автомобільної галузі	90
Колесніков В. О., Павлова Ю. В. Нові технології підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою в галузі автомобільного транспорту	95
Колесніков В. О., Ставицький О. В., Єльбакієв Д. Г., Шматко О. Е. Огляд комп'ютерних пакетів та програм, що застосовуються в автомобільній галузі	100
Кужель В. П., Буда А. Г., Юров А. Р. Моделювання зовнішніх поверхонь кузова автомобіля Toyota Land Cruiser 200 за допомогою сплайнів	110
Кужель В. П., Івацко В. П., Грицан В. О. Фактори впливу на формування попиту обслуговування пасажирів перевізниками	114
Литовченко В. В., Підгорний М. В. Структурний синтез синхронізатора натягу пасу відцентрового варіатора	117
Макаров В. А., Аданніков С. С. Шини майбутнього – Michelin «Vision»	125
Макаров В. А., Ванюта О. Р. Переваги і недоліки нового покоління автомобільних шин	127
Мустафаєв Г. К., Гецович Е. М. Експериментальное исследование поведения водителя на нерегулируемых перекрестках в правоповоротных потоках	129
Назаров А. И., Цыбульский В. А., Демчук П. М., Ивахненко К. А., Максименко Е. А. Обеспечение качества ремонта автотранспортных средств	132
Назаров І. О. Оцінка безпеки використання легкових автомобілів у експлуатаційних умовах	141
Павленко О. В. Аналіз сучасного стану питання по формуванню ресурсозберігаючої технології доставки вантажів транспортно-логістичним центром у міжміському сполученні	152
Рубан Д. П., Крайник Л. В., Рубан Г. Я. Оцінка впливу корозії автобуса на фізичну міцність несівних елементів	157
Рулевська Т. Ф., Єльбакієв Д. Г., Колесніков В. О. Перспективи «водневих» автомобілів	168
Сараєв О. В. Дослідження дорожньо-транспортних пригод та ефективності гальмування транспортних засобів сучасними методами	173
Сахно В. П., Біліченко В. В., Поляков В. М., Омельницький О. Є. Переваги, недоліки та перспективи метробусів	176
Сосик А. Ю., Дударенко О. В., Щербина А. В. Обґрунтування випробувально-інформаційного комплексу для визначення технічного стану двигунів внутрішнього згоряння машинно-тракторних агрегатів	179
Ставицький О. В., Стадник Л. Г., Колесніков В. О. Концепція автомобіля майбутнього	181
Стадник О. І., Бувалець М. Ю., Шматко О. Е., Колесніков В. О. Методи та засоби підвищення корозійної стійкості деталей автомобілів	190
Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Сонячні батареї, як допоміжне обладнання для електромобілів	198
Терещенко О. П., Поляков А. П., Терещенко Є. О. Удосконалення організаційних форм технологічних процесів з метою підвищення ефективності перевезення вантажів автомобільним транспортом	203
Цимбалюк П. Ю., Колесніков В. О. Системи зв'язку транспортних засобів	204
Шльончак І. А., Павлов О. М., Компанієць І. В. Аналіз ефективності використання водневмісного газу у двигунах внутрішнього згоряння	209
Шраменко Н. Ю. Аналіз проблем функціонування транспортно-складських комплексів в умовах економії ресурсів	213
Ярченко Б. В., Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Нові технології в сучасних автомобілях	216
Korobko A. To the question of measuring the parameters of motion	224

Рулевська Т. Ф., Єльбакієв Д. Г., Колесніков В. О. Перспективи «водневих» автомобілів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. □ С. 168 – 172.

Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/material2018.pdf>.

<https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/22234/material2018-168-172.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Рулевська Т. Ф., Єльбакієв Д. Г., Колесніков В. О. Перспективи „водневих” автомобілів. *Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту*: матеріали VI-ої Міжнар. наук.-техн. інтернет-конф., 12–13 квітня 2018 р. Вінниця: Вінницький національний технічний університет, 2018. С. 168–172.

Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/material2018.pdf>

Перспективы "водородных" автомобилей.

Prospects for "hydrogen" cars.

Rulevska T. F., Elbakiyev D. G., Kolesnikov V. O. Perspectives of “Water” Automobiles Challenge the future development of automotive transport: materials VI-oi Mizhnar. science.-tech. Online Conf., 12–13 April 2018 r. Vinnitsa: Vinnitsa National Technical University, 2018. P. 168-172.

https://www.researchgate.net/publication/331302937_Rulevska_T_F_Elbakiev_D_G_Kolesnikov_V_O_Perspektivi_vodnevih_avtomobiliv_Problemi_ta_perspektivi_rozvitku_avtomobilnogo_transportu_materiali_VI-oi_Miznar_nauk-tehn_internet-konf_12-13_kvitna_2018_r_V