

## ПРОБЛЕМИ МАСОВОГО ПЕРЕХОДУ НА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЮ АВТОТРАНСПОРТУ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

*Порфіренко В.І.*, кандидат економічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, porfirenko@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0329-6217

*Кудін Є.Р.*, Національний транспортний університет, Київ, Україна, zheniya2003@gmail.com, orcid.org/0000-0001-6740-8789

## PROBLEMS OF THE MASS TRANSITION TO THE ELECTRIFICATION OF MOTOR TRANSPORTATION AND WAYS TO SOLVE THEM

*Porfirenko V.I.*, Ph.D, National Transport University, Kyiv, Ukraine, porfirenko@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0329-6217

*Kudin Y.R.*, National Transport University, Kyiv, Ukraine, zheniya2003@gmail.com, orcid.org/0000-0001-6740-8789

### Постановка проблеми.

Дедалі більшу увагу людства прикуто до екологічних проблем, які давно набули світового масштабу. Якщо ще 50–70 років тому проблеми забруднення довкілля здебільшого стосувалися розвинутих промислових країн, то сьогодні найгострішими вони стають саме для найбідніших, хоча стосуються всіх. Головним забруднювачем довкілля залишається промисловість, але багатші країни можуть собі дозволити переносити виробництва подалі від густонаселених міст або взагалі витіснити шкідливі виробництва за межі власної території. Однак існує вид джерела забруднення довкілля, який неможливо винести за межі міст, і головне, чим багатша країна та густіше розміщено населення, тим більшою є концентрація забруднення. Таким джерелом забруднення є транспортна галузь, зокрема автомобільний транспорт. [1]

Транспорт – одне з основних джерел забруднення атмосфери. Кожен автомобіль при згорянні 1 кг бензину використовує 15 кг повітря, зокрема, 5,5 кг кисню. При згорянні 1 т пального в атмосферу викидається 200 кг окису вуглецю. На частку автотранспорту припадає близько 55% шкідливих надходжень загального обсягу, що включають понад 200 різних шкідливих сполук.

Автобуси та легкові транспортні засоби складають близько 21% транспортних засобів на дорогах і створюють більше чверті викидів, пов'язаних з експлуатацією транспорту. Ця проблема стала всесвітньою. Викиди від роботи автомобілів з ДВЗ (двигун внутрішнього згорання) мають бути суттєво скорочені, для чого засоби їх вдосконалення і зменшення викидів, перехід на вимоги Євро-6 та Євро-7 є необхідними, але недостатніми.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Європа офіційно заборонила продаж дизельних автомобілів з 2035 року. Крім того, з 2018 року діє заборона на дизельні автомобілі новітнього покоління в населених пунктах. При цьому використовувати вже наявні автомобілі можна, але ось продавати нові – ні. Перепродавати не забороняється, але тільки якщо вони не будуть ввезені на територію ЄС. Це зроблено в рамках програми скорочення викидів вуглекислого газу в атмосферу. А це пов'язано в першу чергу з неекологічністю використання дизельного палива.

Втім, це не єдиний недолік дизельних авто. У них є і ряд інших очевидних проблем:

- Вартість дизельної автомашини спочатку вища, ніж бензинової. Це вигідно для подальшого перепродажу, але не вигідно при придбанні. В середньому ціна вища десь на третину, і якщо користуватися машиною рідко, ця різниця довго не окупиться.

- Чим старша машина – тим сильніше падає її ціна. Це пов'язано з тим, що ремонт дизельного двигуна дорогий і складний. Тому продати машину, якій вже більше 5-8 років, досить важко.

- У дизельного двигуна маленький робочий діапазон. Потрібно частіше перемикаєти передачі, і оборотів набагато менше, ніж у аналогічного бензинового. Втім, цю проблему вирішує автоматична коробка передач.

- Дизельний двигун набагато довше прогрівається. При цьому використовувати його нерозігрітим не рекомендується, тому що це значно прискорює знос і скорочує термін служби. До речі, ця проблема прямо впливає з того, що дизельний мотор менше і економніше витрачає паливо. Своєрідна «зворотна сторона медалі».

- Зимовий запуск – справжня проблема для всіх дизельних двигунів. Тому на зиму потрібно переходити на спеціальне паливо з присадками. Крім того, знадобиться недешева система передпускового підігріву.

- Дизельні автомобілі дорого і складно ремонтувати або просто обслуговувати. Крім того, цю послугу пропонує не кожна автомайстерня. А періодичність планового технічного огляду теж програс, бо зменшується. Оглядати такі авто потрібно вдвічі частіше, ніж бензинові.

- Дизельні двигуни дуже чутливі до якості палива, і це може стати серйозною проблемою в дорозі. Особливо, коли поблизу немає перевіреної заправки.

- Більшість дизельних автомобілів набагато гучніші. Це питання поступово вирішується з кожною новою серією і поколінням, але різниця досі помітна.

- Зрештою, дизельний двигун банально важчий від бензинового. А значить важчий і увесь автомобіль, що прямо позначається на його динамічних характеристиках.

Європейська комісія планує розвиток альтернативних рішень. В першу чергу, це акумуляторні електромобілі. З'явився комплексний план розвитку мережі зарядних пристроїв по всьому Євросоюзу. Всі основні транспортні магістралі будуть оснащені зарядними станціями з відстанню менше 60 км. Причому планується закінчити цей процес до 2025 року.

Крім того, наразі розвиваються водневі автомобілі. Зарядки-заправки для них теж стануть доступними, з відстанню до 150 км. У процесі розробки двигуни внутрішнього згорання на синтетичному, а не викопному паливі, але зараз це більш теоретичний проект. Придбати таке паливо на звичайних «регулярних» заправних станціях наразі неможливо. [2]

Мінінфраструктури України пропонує заборонити ввезення нових та вживаних авто з двигунами внутрішнього згорання. Імпорт уживаних дизельних авто хочуть заборонити з 2027 року, нових бензинових і дизельних – з 2030 року.

Ідеться про заборону першої реєстрації автомобілів з двигунами внутрішнього згорання, зокрема і вироблених в Україні.

Заборона не буде поширюватися на автомобілі Збройних Сил та інших військових формувань, автомобілі фермерських господарств, що передаються в спадок, а також ретро-автомобілі, виготовлені до 1 січня 1981 року.

Для дизельних і бензинових авто фермерських господарств є уточнення: їх можна буде купувати лише для використання поза межами автомобільних доріг загального користування при веденні фермерського господарства.

Такий законопроект є наслідком внутрішніх та зовнішніх зобов'язань України при набутті членства в Євросоюзі.

По-перше, у Національній транспортній стратегії закріплене бачення електромобільного майбутнього країни.

По-друге, відповідно до закону про засади екологічної політики, Україна зобов'язана знизити викиди у сфері транспорту на 30%.

Крім того, це виконання європейської директиви 2009/33/ЄС «Щодо просування чистих та енергоефективних транспортних засобів автомобільного транспорту» та анонсування Green Deal в Україні.

#### **Основна частина.**

Для розвитку електромобільної галузі в Україні потрібні два ключові елементи.

Перший – платоспроможність населення. З кожним роком електрокари стають дешевшими завдяки вдосконаленню виробництва акумуляторних батарей та конкуренції в їх виробництві.

Другий – наявність інфраструктури. Українські міста здебільшого покриті зарядними станціями, їх уже понад 11 тис. Бракує зарядної інфраструктури на автомагістралях державного значення, які поєднують великі міста. [3]

Таким чином, вже з 1 січня 2030 року майже всі автомобілі на українських дорогах, включно з комерційним та комунальним транспортом, мають бути електричними. При цьому ніяких чітких норм щодо створення зарядної інфраструктури для них не передбачається. Також не передбачені норми щодо встановлення та підключення зарядних станцій, та механізм дотацій коштів на електроенергію для електричного транспорту.

Зелена енергетика зараз розвивається швидше, ніж будь-коли раніше. І не лише тому, що це екологічно й потрібно рятувати планету від атмосферного забруднення, а насамперед тому, що це шлях до енергетичної незалежності країн. Взаємовідносини в енергосекторі Росія-Європа, Росія-Україна переконливо довели правильність цього шляху. Агресору не можна потурати, купуючи в нього газ, нафту та нафтопродукти.

Для нас уже звичними стали енергія сонця, вітру, різні види біопалива тощо. Хоча їх частка у загальній генерації не така велика. Однак у світі починають використовувати і інший вид палива – водень. Він екологічний і, до того ж, є найпоширенішим елементом в природі. Водень виготовляють з води, використовуючи електроенергію.

На водневі можуть працювати автомобілі, яхти, літаки; його можна використовувати замість природного газу у промисловості та опалювати житло; можна виробляти з нього електроенергію та використовувати як акумулятор великої потужності.

Про перспективи нового виду енергії говорить те, що для нього навіть придумали спеціальний термін – «воднева економіка».

Водень вже давно рекламується як майбутнє для легкових автомобілів. По суті, це електричний транспортний засіб на водневих паливних елементах (FCEV), який працює на стисненому водні і має нульовий рівень викидів вуглецю.

Такі автомобілі заправляються так само швидко, як і автомобілі на викопному пальному, і мають аналогічну дальність проїзду. Розвиток водневих автомобілів підтримують деякі автогіганти, наприклад Тойота, яка випустила вже друге покоління моделі на водні – Mirai.

Причина, через яку водень є неефективним, полягає в тому, що енергія повинна рухатися від дроту до газу і потім знову до дроту, щоб жити автомобіль. Це називають переходом вектора енергії.

Візьмемо, наприклад, 100 Вт електроенергії, виробленої відновлювальним джерелом, таким як вітрогенератор. Щоб жити FCEV, ця енергія повинна бути перетворена на водень, (наприклад шляхом електролізу). Енергоефективність цього процесу близько 75%, тому приблизно чверть електроенергії автоматично втрачається.

Отриманий водень повинен бути стиснутий, охолоджений та має транспортуватися до водневої станції. На це витрачається ще близько 10% енергії.

Потрапивши всередину транспортного засобу, водень потребує перетворення в електроенергію, з коефіцієнтом ефективності 60%.

Нарешті, електроенергія, яка використовується у двигуні для приведення автомобіля в рух, має приблизно 95% ефективності.

У підсумку коефіцієнт корисної дії складає 38%. Тобто від початкової потужності 100 Вт ефективно використовується лише 38 Вт.

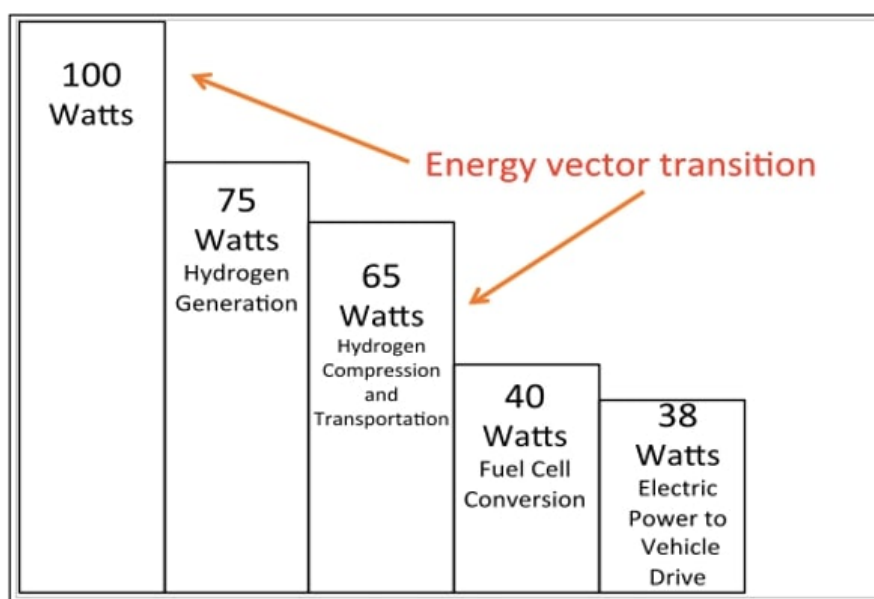


Рисунок 1 – Втрати енергії у водневих автомобілях  
Figure 1 –

У електромобілях із батареєю енергія передається прямо від джерела до двигуна. Ті ж 100 Вт потужності від вітротурбіни втрачають близько 5% під час транспортування в електромережі (у випадку водню припустимо, що перетворення відбувається на місці поблизу вітроелектростанції).

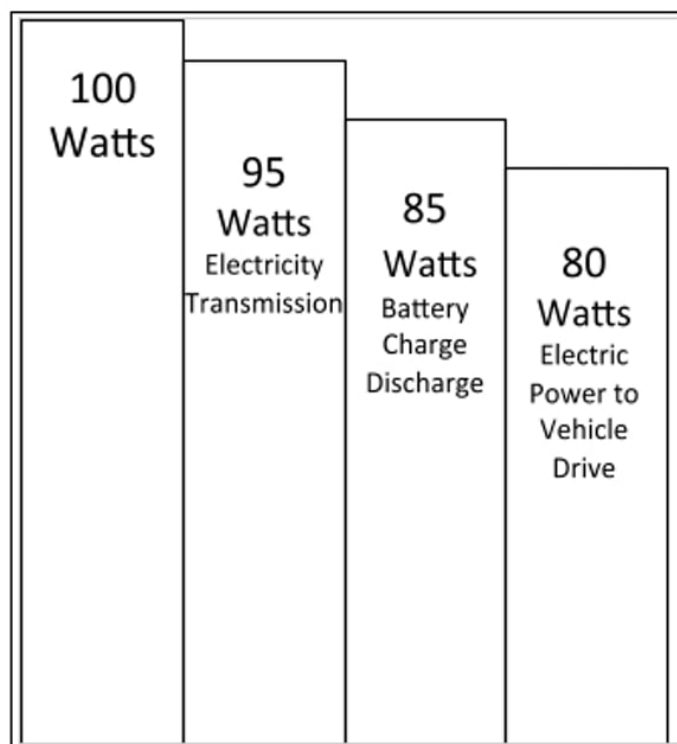


Рисунок 2 – Втрати енергії у електромобілях

Figure 2 –

Ви втрачаєте ще 10% енергії від зарядки та розрядки літій-іонного акумулятора, а також ще 5% під час використання електроенергії для руху автомобіля. Таким чином загальний ККД знизився із 100 до 80 Вт.

Іншими словами, водневий паливний елемент потребує подвійної кількості енергії. [4]

Наразі Україна воює з агресором-сусідом. Глобальні відключення електроенергії в Україні під час воєнного стану призводять до того, що навантаження на суспільні джерела енергії зростає, проте електромобіль – це більш гнучкий транспорт для часів нестабільності, адже зарядити його можна з різних джерел.

Під час відключень світла люди підзаряджають автівки від генераторів, які працюють на газі, дизелі чи бензині. Джерелом зарядки також слугують сонячні панелі або вітрогенератори.

З міським транспортом у воєнний стан експлуатація електротранспорту зовсім інша. Відбувається вимушений перехід під час блекауту з електричної тяги на дизельну чи бензинову. Розглянемо ситуацію в Києві під час війни:

### **1)Метрополітен.**

Під час блекауту (масове відключення електроспоживачів) столичне метро не працюватиме. Причина не лише у відсутності електроенергії, необхідної для руху поїздів. Річ у тім, що підземні станції стануть пунктами тимчасового перебування людей під час тривоги.

Це не стосується підземних станцій Майдан Незалежності та Хрещатик, які будуть зачинені для відвідувачів, а також шістьох наземних: Дніпро, Гідропарк, Лівобережна, Дарниця, Чернігівська та Лісова.

Вхід на підземні станції буде безплатним. Щоб туди потрапити, необхідно мати документ. Станції будуть забезпечені мобільним зв'язком, електроенергією (надається можливість зарядити гаджети), питною водою та санітарними вузлами.

Підземні станції також облаштовують USB-зарядками.

Потрапити на станції, які виконуватимуть функції пунктів тимчасового перебування, можна буде і вночі, але лише під час повітряної тривоги. Прохід на станцію забезпечать правоохоронці.

### **2)Наземний транспорт**

За словами мера міста Віталія Кличка, у разі блекауту на всіх маршрутах наземного комунального транспорту курсуватимуть автобуси, проїзд у яких буде безоплатним.

У комунальному підприємстві «Київпаstrанс» уточнили, що зможуть забезпечити постійний гарантований резерв дизельного пального.

Під час тривоги комунальний транспорт, на відміну від приватного, зупиняється. Це означає, що електрифікація не задовольняє потреби на всі 100%, адже кількість повітряних тривог на день може зрости до десятка разів, а тривалість однієї тривоги може бути як кілька хвилин, так і кілька годин.

### **3)Кільцева електричка**

Столична кільцева електричка працює за будь-яких умов, у тому числі під час повітряних тривог, курсує з мінімальними затримками і з'єднує обидва береги Києва. За час війни кільцева електричка зупинялася лише один раз: під час масованого обстрілу 23 листопада. Тоді її рух відновили менш ніж за годину.

В «Укрзалізниці» уточнюють, що курсування кільцевої електрички в разі повного і тривалого блекауту забезпечуватиметься дизель-поїздами.

У випадку тривалого блекауту електрички замінятимуть дизель-поїздами

«Укрзалізниця» забезпечить киянам можливість користуватись електричкою, проте частота руху може змінитися», – попереджають у компанії.

### **4)Залізниця**

«Укрзалізниця» під час зникнення електроенергії працюватиме. Після першого в історії України блекауту голова правління компанії Олександр Камишін заявляв, що у випадку повторення ситуації УЗ не скасовуватиме пасажирські поїзди.

За його словами, компанія готова забезпечити людей теплом і всім необхідним на випадок блекауту та надзвичайних ситуацій. Для цього на вокзалах у будь-який момент протягом години готові розгорнути стаціонарні пункти обігріву.

На найбільших залізничних вокзалах країни за необхідності можна розгорнути аналог «Пунктів незламності» – «Фортеці незламності». У них люди зможуть зігрітись, зарядити гаджети, підключитися до інтернету через Starlink. Там же обіцяють нагодувати і забезпечити гарячими напоями.

У більшості таких пунктів зможуть розгорнути дитячі зони та медпункти. [5]

Але війна закінчиться. І вже зараз треба планувати раціональний перехід на всебічну електрифікацію рухомого складу автотранспорту.

У електродвигуні на порядок нижчі втрати (енергії) на тертя, він не вимагає складної системи змащування і майже не зношується. Тому багато електромобілів сьогодні можуть похвалитися силовою установкою потужністю 500+ кінських сил та розганяються швидше за заряджені автомобілі з ДВЗ. Наприклад, два електродвигуни Porsche Taycan Turbo S сукупно розвивають 761 к.с. та прискорюють машину до 100 км/год за 2,8 секунди.

Втім, більшості електромобілів не потрібна «ураганна» динаміка – машині, котра повинна експлуатуватися щодня, куди важливіше мати максимальний запас ходу, котрий визначається ємністю батареї. І якщо перші серійні електромобілі ледве проїжджали 100-150 км, то середній пробіг сучасних електромобілів на одній зарядці становить вже в середньому 400 км. Це робить експлуатацію електричних машин – із щоденними потребами проїжджати 50-70 км – справді зручною. Вже є моделі, здатні проїжджати по 600-800 кілометрів, а з розвитком технологій інженери обіцяють запас ходу для звичайного електромобіля у 800-1000 км (Мерседес вже майже масово випустив такий автомобіль – це концепт EQXX, який дебютував у січні 2022-го), що можна порівняти з автомобілями з традиційним ДВЗ.

Швидкість заряджання батареї також залежить від ємності батареї. На швидкість також впливають здатність акумуляторів приймати потужний заряд великим струмом, а головне – наявність зарядної інфраструктури, яка може видати необхідний струм. Зараз електромобілям для повного заряджання від побутової мережі потрібна ціла ніч, але за допомогою потужного зарядного терміналу електромобіль із сучасною батареєю поповнить її запаси на 80% лише за 35–45 хвилин.

Відколи інженери всерйоз заговорили про переведення автомобілів на електротягу, електромобілі встигли пройти довгий шлях еволюції. І сьогодні їх умовно можна поділити на кілька поколінь (про зародження електромобілів на початку ХХ століття говорити не будемо поки, це тема окремої статті).

Отже, до **першого покоління** BEV (Battery Electric Vehicle) можна віднести легкові електромобілі, створені зі звичайних машин. У них ДВЗ під капотом замінювали на електромотор з інвертором, а акумулятори ставили на місце паливного бака та у багажник, серйозно зменшуючи обсяг останнього. І все одно великим запасом ходу першого покоління похвалитися не могли, оскільки енергію такі машини витрачали неоптимально – адже у них зберігалася звична трансмісія та інші атрибути паливного автомобіля. Невисокою була й швидкість пересування. А плюс такої конструкції був лише один – відносна дешевизна. До першого покоління можна віднести численні прототипи минулих років або, наприклад, дрібносерійний RAV4 EV далекого 1997 року.

**Другим поколінням** та певним шаблоном еволюції стали автомобілі, лише частково уніфіковані з моделями з ДВЗ, конструкція яких спеціально допрацьовувалась під використання електричної силової установки. У них вже не було звичайної трансмісії, але під розміщення електричних вузлів йшли ті самі «порожні» місця, які залишалися після відмови від ДВЗ. Така конструкція покращувала характеристики електромобіля, але ще не робила його рівним бензиновому чи дизельному автомобілю. Характерні приклади – Kia Soul EV 2014 або VW E-Golf 2015 років з батареями під передніми сидіннями і у центральному тунелі, які були здатні проїжджати без підзарядження трохи більше 100 км. Найбільш пристосованим до щоденної експлуатації у цьому поколінні виявився Nissan Leaf – у японського хетчбека вже не було аналогів з ДВЗ, але велика кількість його вузлів, як і раніше, залишалися уніфікованими з іншими моделями японської марки.

Відлік **третього покоління** можна вести з легендарного ліфтбека Tesla Model S – першого серійного електромобіля з плоскою батареєю під підлогою салону та двигуном, встановленим ззаду, де у звичайних машин зазвичай розміщується паливний бак. Таке компонування майже неможливе з ДВЗ через розміри силового агрегату, зате в електромобілі дає ряд переваг: електрична начинка не забирає місце у пасажирів та вантажу, а важка батарея під підлогою позитивно впливає на розважування машини та керованість (за рахунок низького розташованого центру тяжіння). Але головне – сама батарея може мати більші розміри і, відповідно, більшу ємність, що, звичайно, позитивно впливає на запас ходу.

Tesla також запровадила двомоторну схему, в рамках якої кожен електродвигун обертає свою вісь. Крім очевидних переваг повнопривідності, це дозволяє зробити кожен з електромоторів більш компактним та легким; а також збільшити загальну потужність силової установки, що покращує не тільки динаміку, а й економічність, тобто підвищує запас ходу на одній зарядці. Парадоксу тут немає, адже потужні мотори – це й потужні генератори, що виробляють додаткову електроенергію при гальмуваннях. Подібним чином влаштований ще й, наприклад, Jaguar I-Pace, який поєднує батарею в підлозі з пристойними позашляховими здібностями.

Інші розробники розвинули багатомоторну ідею далі. Наприклад, у сучасного Audi e-tron S моторів вже три – кожне заднє колесо приводиться до руху своїм двигуном, а третій двигун використовується для реалізації тяги на передній осі. Водночас є вже машини, які оснащуються чотирма двигунами! Це, наприклад, Rivian R1T, Rimac C\_Two, ін.

**Четверте покоління** BEV – це моделі (Porsche Taycan, нові електромобілі Hyundai та KIA на платформі E-GMP), котрі використовують високоефективні 800-вольтові ботові зарядні системи замість 380–450-вольтових. Поки вони навряд чи перевершують досягнення Tesla за загальною кількістю параметрів, але потенційно можуть забезпечити ще більшу автономність ходу та більш швидке зарядження.

Більшість автовиробників вже поставили у пріоритет розвиток електричного транспорту, причому працюють вони не одні, а у співпраці з хіміками та електротехніками. З кожним роком компанії збільшують ємність батарей, знижуючи їхню вартість, підвищують швидкість зарядження від високопотужних електростанцій, розширюють зарядні мережі, удосконалюють електродвигуни. І чим далі, тим більше ми побачимо електромобілів із кращим поєднанням ціни та можливостей.

Ведеться робота і з розвитку зарядної інфраструктури. Зокрема, підвищується швидкість зарядження від швидкісних зарядних станцій, розширюються зарядні мережі. Команда GO TO-U зараз працює над подоланням такої проблеми, як черги на зарядних станціях. І завдяки впровадженню сучасних технологій вона поступово вирішується – рушійною силою тут є додаток GO TO-U, який дозволяє не просто знайти зарядку на карті, а забронювати чарджер на певний час у потрібному місці.

У Китаї вже набули поширення електромобілі зі стандартизованими змінними батареями – це один із способів вирішити проблему довгого заряджання. BEV заїжджає до боксу, де роботизований механізм знімає з днища розряджений акумулятор і ставить на його місце заряджений. Операція автоматична, відбувається без участі людини та триває не довше за повне заправлення паливного бака звичайного автомобіля. Не виключено, що така концепція EV у майбутньому отримає попит у великих за площею країнах.

Інший перспективний напрямок – безконтактні зарядки, подібні до тих, що вже використовують для смартфонів. Для цього електромобіль та паркомісця для електричного транспорту обладнуються потужними індукторами, які можуть включатись в автоматичному режимі.

Інженери проробляють і варіант безконтактною передачі енергії електромобілю під час руху від прихованої в дорожньому полотні обмотки. Хоча така технологія може виявитися надто дорогою та недостатньо ефективною.

Головним вектором у розвитку електричних автомобілів залишиться вдосконалення батарей. Підраховано, що якщо виробники досягнуть збільшення їх ємності на третину (при поточних розмірах та масі), а вартість акумуляторів знизиться наполовину, то машини з ДВЗ відразу програють BEV у конкурентній боротьбі. Адже можуть ще «вистрілити» зовсім фантастичні способи запасання електроенергії – наприклад, технологія заправлення рідинних батарей «суперзарядженим» змінним електролітом. [6]

Підраховано, що у 2010 році, коли електромобілі почали пробивати собі шлях на ринок, кожен «батарейний» кВт\*год обходився в \$1183, тобто був майже у 100 000 разів дорожчим за енергію, яку він запасав. За десять років розвитку акумуляторних технологій цей параметр знизився до \$150, причому ціна зберігання електроенергії й надалі падатиме – за розрахунками, приблизно на 10–15 відсотків на рік. Але все одно в ціні електромобіля саме частка батареї залишається найвищою – паливні баки електрокарів ще довго будуть золотими.

#### Lithium-ion battery price outlook

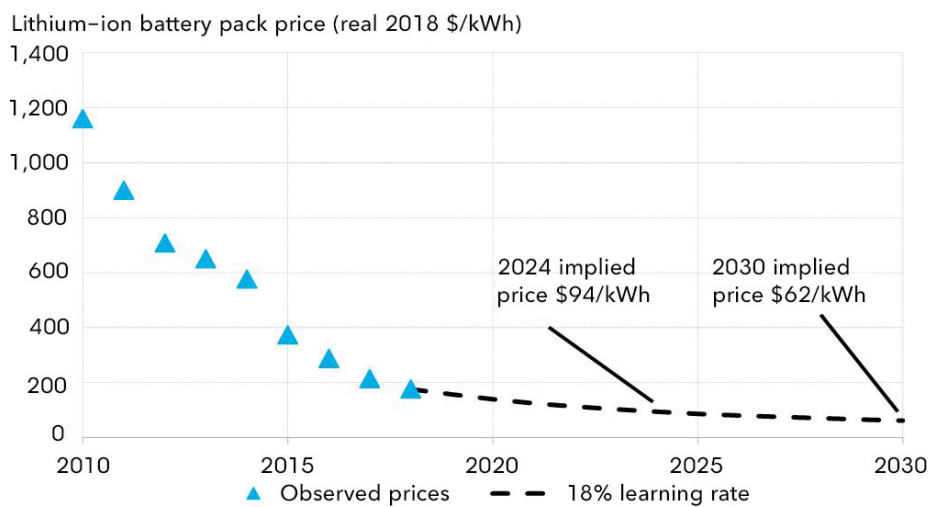


Рисунок 3 – Прогноз цін на літій-іонний акумулятор  
Figure 3 –

Продиктовано це, по-перше, розмірами самої батареї, здатної зберігати достатньо електроенергії. Повністю складена батарея для легкового BEV, яке може проїхати на одному заряді не менше 350 км, сьогодні важить приблизно 500 кілограмів. По-друге, на 80–90 відсотків цей вузол складається з потужних електропровідних шин та дорогих акумуляторних осередків – у виробництві використовуються рідкісні хімічні елементи, кольорові та навіть дорогоцінні метали.

Нарешті, в кожній батареї електромобіля є безліч електронних блоків і датчиків, кілька ланцюгів захисту та контур терморегулювання. І така складна конструкція їй життєво необхідна, адже високовольтній батареї в електрокарі доводиться працювати з надзвичайно високою

циклічністю (розряд при кожному розгоні та заряд при рекуперативному гальмуванні) та з дуже високими струмами. Розглянемо її компоненти по черзі.

Батарея сучасного електромобіля – система, що саморегулюється, з інтелектом, який не допустить будь-яких шкідливих для неї режимів. Батарея не вимагає сервісного обслуговування, крім зчитування можливих помилок електроніки та, при необхідності, оновлення її «прошивки».

Практика підтверджує: навіть за найнапруженішого режиму роботи електромобіля з частими підзарядками батарея без проблем «ходить» 100–160 тисяч кілометрів гарантійного терміну. Теоретично, найкритичніший період – це перший рік експлуатації, коли можуть «вимкнутися» якісь окремі осередки в масиві. Але тут як з «битими пікселями» на екранах: ті, що залишилися, працюватимуть надійно, а загальна ємність батареї зменшиться взагалі непомітно.

Перші ознаки старіння зазвичай виявляються лише третього року експлуатації, коли зниження ємності може становити 10–15 відсотків від початкових резервів. Але далі процес деградації сповільнюється. Навіть на восьмий рік часто в батареї залишається значно більше за гарантовані 70% ємності.

Захист акумуляторів від повної розрядки з'явився в результаті засвоєних уроків з експлуатації Tesla Roadster, який вдавалося розрядити до 0% та не увімкнувши вчасно до зарядки, а пізніше треба було витягувати батарею, щоб знову привести електромобіль в робочий стан.

Говорячи про Tesla, у компанії трохи інший підхід до захисту, ніж в інших виробників. Tesla не приховує інформацію про свій буфер – їх електромобілі за замовчуванням заряджаються тільки до 90%. Ви можете налаштувати щоденний буфер зарядки в межах від 50% до 90%, в залежності від ваших особистих переваг.

Проте, Tesla дозволяє заряджати електромобілі до 100%, коли цього хоче клієнт або якщо вам потрібен додатковий запас ходу для подолання далекого маршруту. Такий підхід дозволяє водіям повною мірою використовувати електромобіль та акумулятор в разі необхідності, при цьому захищаючи його від передчасного зносу.

Відзначимо, що глава Tesla Ілон Маск рекомендує заряджати електромобіль максимально до 80%, а розряджати до 30%, щоб не знижувати її ефективність.

Крім позитивних аспектів застосування BEV, існують і проблеми, одною з котрих є утилізація батарей, оскільки технології дешевого, глибокого та безпечного для довкілля перероблення дуже токсичних Li-Ion елементів спочатку взагалі не було. Зараз вони вже створені: корпуси і мідні шини утилізуються як звичайний кольоровий метал, а осередки розмиваються спеціальними засобами, що дозволяє знову використовувати літій, котрий міститься в отриманому розчині, та інші елементи.

Але таких підприємств у світі ще мало, тому ефективним, нехай і тимчасовим, рішенням стало повторне використання осередків або батарей електромобілів у різних стаціонарних джерелах зберігання або резервування енергії. Вони потрібні станціям генерації електроенергії від сонячних панелей або вітряків. Їх можуть використовувати у приватних домогосподарствах чи структурі міських енергомереж. Наприклад, в Японії «списані» батареї електрокарів вже працюють для вуличного освітлення, у столиці Франції – надають руху ліфтам, а в Амстердамі живлять цілий стадіон. [7]

Стосовно такого аспекту утилізації батарей електрокарів, як промисловий дизайн, слід зауважити, що Україна, не маючи власного виробництва батарей та електрокарів, може лише сподіватися на якнайскоріше вирішення цих питань країнами-виробниками електромобілів. Проте необхідно передбачити законодавчі механізми недопущення ввезення на нашу територію непридатних батарей для їх розміщення (захоронення) в Україні. Цьому також мають сприяти і запропоновані механізми реєстрації операцій з батареями

Реєстрації в Україні нових і старих електромобілів у січні-лютому зросли вдвічі порівняно з тим самим періодом 2022 року – до 2923 од., зокрема, на частку нових припало 23,5%, повідомила Федерація автопрому України (ФАУ) на основі даних МВС.

Згідно з інформацією на сайті федерації, в лютому, зокрема, порівняно з тим самим місяцем 2022 року ринок зріс удвічі – до 1575 од., що також на 16,8% перевищило показник січня-2023.

Перше місце за підсумками двох місяців утримує Volkswagen, який наростив реєстрацію в 4,3 раза – до 760 од., що дало йому змогу контролювати 26% ринку і піднятися на першу позицію з третьої, яку він займав у січні-лютому 2022 року.



Друге місце, як і роком раніше, у Tesla з часткою ринку 19,7% і приростом реєстрацій у 2,5 раза, до 576 авто, третє – у торішнього лідера Nissan (13,7% ринку і приріст реєстрацій на 27%).

Далі йдуть Honda (11,6% ринку) з реєстрацією 340 авто проти 72 од. у січні-лютому-2022 і Renault (3,9%).

Водночас, згідно з інфографікою ФАУ, у рейтингу моделей на перше місце, відтиснувши багаторічного лідера Nissan Leaf, вийшов VW id4, реєстрації якого зросли до 542 од. з 47 од. роком раніше, а його частка на ринку сягнула 18,5%.

Nissan Leaf контролював 13% ринку, при цьому його реєстрації зросли на 30%, до 381 од. Третє місце у Honda M-NV з часткою 9,3% і зростанням продажів майже в 4,2 раза. Далі в рейтингу розташувалися три моделі Tesla: Model 3 (9,2%), Model Y (5,2%) і Model S (3,9%).

Як повідомлялося, 2022 року, за даними ФАУ, реєстрації в Україні нових і старих електромобілів зросли в 1,5 раза порівняно з 2021 роком – до 13,318 тис. од., зокрема на частку нових припало 16,9% проти 14,2%, лідером став Volkswagen. [8]

Станом на сьогодні для популяризації електромобілів існує звільнення від сплати ПДВ та акцизного збору при ввезенні EV до 2022 року (діє для нових і б/в EV, а також на надання послуг таксі на електротранспорті). Введені штрафи за паркування на місцях для EV (закон набрав чинності 1 січня 2020 року). За зупинку, стоянку або паркування на місці для електромобілів передбачається штраф від 340 до 510 гривень. Визнана необхідність обладнати електричними зарядками не менше 5% машиномісць на паркувальних майданчиках.

«Нерівні умови та несприятливе регуляторне середовище не дозволяють автовиробникам витримати конкуренцію на внутрішньому ринку. Якщо кілька років назад легкові автомобілі випускали чотири заводи, зараз усю статистику у цьому сегменті формує лише завод «Єврокар» у Закарпатській області і не завдяки, а всупереч економічним умовам», – акцентують у Федерації роботодавців автомобільної галузі.

## **Висновки.**

Підсумовуючи викладене вище, можна зробити певні висновки.

1) В Україні стає нагальною потреба оновлення законодавства про хімічні джерела струму, в процесі якого слід урахувати розширення сфер застосування таких джерел, збільшення їх кількості й, головне, сукупної маси.

2) Необхідно створити і запровадити систему обліку операцій з постачання та утилізації батарей електромобілів із зобов'язанням постачальників таких комплектуючих створювати інфраструктуру збирання та подальшого передання на утилізацію виробникам непридатних для подальшої експлуатації батарей.

3) Запровадити презумпцію забруднення довкілля з боку власника електрокара в разі придбання елемента чи цілої батареї без передання в утилізацію відпрацьованого або пошкодженого елемента живлення. Сама відсутність непридатного елемента є підставою для накладення стягнення за неналежну утилізацію відпрацьованого джерела струму

## **ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Еколого-правові проблеми електрифікації автомобільного транспорту. Електронний ресурс. Режим доступу: [file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/VKhnuvs\\_2021\\_2\\_13.pdf](file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/VKhnuvs_2021_2_13.pdf)

2. Заборона дизельних авто в Європі. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://ukr-prokat.com/blog/zaborona-dyzelnyh-avto-v-yevropi.html>

3. Без бензину і дизелю. Чому в Україні хочуть заборонити традиційні авто. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/publications/2021/07/20/676070/>

4. Водневі автомобілі VS електромобілі. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/projects/greendeal/2020/06/8/661380/>

5. Автобуси, метро, таксі: як працюватиме транспорт Києва в разі тривалого блекауту. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/publications/2022/12/17/695107/>

6. Конструкція електромобіля: як влаштована «зелена машина». Електронний ресурс. Режим доступу: <https://go-tou.com/ua/news/electric-car-design-how-do-electric-cars-work>

7. Батарея електромобіля: як вона влаштована. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://go-tou.com/ua/news/how-electric-car-batteries-work>

8.Ринок електромобілів України. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://interfax.com.ua/news/greendeal/896243.html#:~:text=Як%20повідомлялося%2C%202022%20року%2C%20за,2%25%2C%20лідером%20став%20Volkswagen>

## REFERENCES

1. Environmental and legal problems of road transport electrification. Electronic resource. Access mode: file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/VKhnuvs\_2021\_2\_13.pdf
2. Ban on diesel cars in Europe. Electronic resource. Access mode: <https://ukr-prokat.com/blog/zaborona-dyzelnyh-avto-v-yevropi.html>
3. Without gasoline and diesel. Why do they want to ban traditional cars in Ukraine? Electronic resource. Access mode: <https://www.epravda.com.ua/publications/2021/07/20/676070/>
4. Hydrogen cars VS electric cars. Electronic resource. Access mode: <https://www.epravda.com.ua/projects/greendeal/2020/06/8/661380/>
5. Buses, metro, taxis: how Kyiv transport will work in the event of a prolonged blackout. Electronic resource. Access mode: <https://www.epravda.com.ua/publications/2022/12/17/695107/>
6. Design of an electric car: how a «green car» is arranged. Electronic resource. Access mode: <https://go-tou.com/ua/news/electric-car-design-how-do-electric-cars-work>
7. Electric car battery: how it is arranged. Electronic resource. Access mode: <https://go-tou.com/ua/news/how-electric-car-batteries-work>
8. Market of electric cars of Ukraine. Electronic resource. Access mode: <https://interfax.com.ua/news/greendeal/896243.html#:~:text=Як%20повідомлялося%2C%202022%20року%2C%20за,2%25%2C%20лідером%20став%20Volkswagen>

## РЕФЕРАТ

Порфіренко В.І Проблеми масового переходу на електрифікацію автотранспорту та шляхи їх вирішення / В.І. Порфіренко, Є.Р. Кудін // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий журнал. – К.: НТУ, 2023. – Вип. 1 (55).

. Стаття присвячена дослідженню важливості переходу на електроавтомобілі в Україні, їх впливу на людей та навколишнє середовище, а також проблемам, які виникають при масовій електрифікації. Особливу увагу приділено міському транспорту та новітнім електроавтомобілям. Розвиток електроавтомобілів з кожним роком наближає людство до технологічного майбутнього, яке повинно частково вирішити проблему забруднення навколишнього середовища та допомогти відмовитися від ДВЗ автомобілів. Наразі впроваджуються законопроекти щодо відмови від ДВЗ автомобілів та масового переходу на електроавтомобілі в Україні. . Крім позитиву, процес цей має і проблеми, які потрібно вирішувати.

Об'єкт дослідження – стан електрифікації рухомого складу на українських дорогах.

Мета роботи – дослідження проблем масового переходу на електрифікацію в Україні та світі, наведення пропозицій щодо їх вирішення.

Методи дослідження – статистичні методи.

Проведено аналіз переходу на електроавтомобілі в Україні. Проведений аналіз використання міського транспорту електротранспорту під час воєнного стану в країні. Проведено порівняльний аналіз основних переваг та недоліків електроавтомобілів. Проведено аналіз шляхів розвитку електрокарів в Україні та світі, особливо у великих автобудівних компаніях. На основі проаналізованих даних, запропоновані шляхи популяризації електрифікації в Україні.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСПОРТ, ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ, ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ, БАТАРЕЯ, АКУМУЛЯТОРИ, УТИЛІЗАЦІЯ, ЕНЕРГІЯ, ВОДНЕВИЙ ТА ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ.

## ABSTRACT

Porfirenko V.I., Kudin Y.R. Problems of the mass transition to the electrification of motor transportation and ways to solve them. Visnyk National Transport University. Series «Technical Sciences». Scientific journal. – Kyiv: National Transport University, 2023. – Issue 1 (55).

The article is devoted to the study of the importance of electrification in Ukraine, its impact on people and the environment, as well as the problems that arise with mass electrification. Special attention is paid to city transport and the latest electric cars. The development of electric cars every year brings humanity closer

to the technological future, which should partially solve the problem of environmental pollution and help to abandon the internal combustion engine of cars. Already today, we have draft laws on the abandonment of internal combustion engines and the mass transition to electric cars in Ukraine.

The object of the study is the state of automotive electrification on Ukrainian roads.

The purpose of the work is to study the problems of the mass transition to electrification in Ukraine and the world, to make proposals for their solution.

Research methods – statistical methods.

An analysis of the transition to electric cars in Ukraine was carried out. The analysis of the use of electric transport in the city during the martial law in the country was carried out. A comparative analysis of the main advantages and disadvantages of electric cars was carried out. An analysis of the ways of development of electric cars in Ukraine and the world, especially in large automobile companies, was carried out. Based on the analyzed data, ways to popularize electrification in Ukraine are proposed.

**KEY WORDS:** TRANSPORT, ELECTRIC CAR, ELECTRIFICATION, BATTERY, ACCUMULATORS, RECYCLING, ENERGY, HYDROGEN AND ELECTRIC TRANSPORT.

#### **АВТОРИ:**

Порфіренко Володимир Іванович, кандидат економічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри менеджменту, e-mail: porfirenko@gmail.com, тел. +380 67 503 44 33, Україна, 01010, м. Київ, вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 1, к. 242.

Кудін Євгенія Русланівна, бакалавр, Національний транспортний університет, e-mail: zheniya2003@gmail.com, тел. +380 95 122 94 08, Україна, 01010, м. Київ, вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 1, к. 242.

#### **AUTHORS:**

Porfirenko Volodymyr Ivanovich., Ph.D., associate professor, National transport university, associate professor department of management, e-mail: porfirenko@gmail.com, tel. +380 67 503 44 33, Ukraine, 01010, Kyiv, Mykhayla Omelyanovycha-Pavlenka str., 1, of. 242.

Kudin Yevgeniya Ruslanivna., bachelor, National transport university, e-mail: zheniya2003@gmail.com, tel. +380 95 122 94 08, Ukraine, 01010, Kyiv, Mykhayla Omelyanovycha-Pavlenka str., 1, of. 242.

#### **РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Гречан А.П., доктор економічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри економіки, Київ, Україна.

Карпенко О.О., доктор економічних наук, професор, перший проректор Закладу вищої освіти «Міжнародний науково-технічний університет імені академіка Юрія Бугая», Київ, Україна.

#### **REVIEWERS:**

Grechan A.P, Doctor of Economic Sciences, Professor, National Transport University, Professor of the Department of Economics, Kyiv, Ukraine.

Karpenko O.O., Doctor of Economic Sciences, Professor, HEI «Academician Yuriy Bugay International Scientific and Technical University», the First Vice-Rector, Kyiv, Ukraine