

5. Chepuru Anuroop. Analysis of occupation time of vehicles at urban unsignalized intersections in non-lane-based mixed traffic conditions. *Journal of Modern Transportation*, 2016. 24, P. 304-313.

6. Мустафаев Г. К., Гецович Е. М. Експериментальне дослідження поведінки водія на нерегульованих перехрестях у пересічених потоках. *Автомобільний транспорт*, 2018. (42). С. 98.

7. Jie Lv , Yanyan Huang. Analysis of traffic flow under the influence of urban road traffic accident. *International Smart Cities Conference (ISC2)*. IEEE Wuxi, China. 2017.

8. Sadat Hoseini S. M., Fathi M., Vaziri M. Controlling Longitudinal Safe Distance Between Vehicles. *Promet – Traffic&Transportation*, Vol. 21, 2009, No. 5. P. 303–310.

9. Лапутин Р. О. Методика управління транспортними потоками на нерівнозначних перехрестях на одному рівні. *Вісті Автомобільно-дорожнього інституту*, 2008. № 2(7). С.19-25.

УДК 629.016

ЕКСПЕРТНІ ПИТАННЯ ПРОБЛЕМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОКАРІВ

Олександр Козлов, здобувач третього рівня навчання (PHd), Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: alexandreCars@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3607-9410>

Роман Чемеріс, здобувач третього рівня навчання (PHd), Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
ORCID:/ <https://orcid.org/0009-0008-1405-3847>

Денис Леонтьєв, здобувач третього рівня навчання (PHd), Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4994-6415>

Асоціація технічної інспекції Technischer Überwachungsverein (TÜV) це незалежна організація, яка відповідає за проведення перевірок і випробувань транспортних засобів, щоб переконатися, що вони відповідають відповідним нормам і стандартам вивчила проблеми в електромобілях з пробігом [1].

Організації TÜV тестують електромобілі на основі директиви НУ і правил випробувань для конкретних типів. Основна увага приділяється стану високовольтної батареї, електричних кабелів і штекерних з'єднань. Серед іншого перевіряються кріплення, ізоляція та охолодження накопичувачів енергії.

Для звіту TÜV за 2023 рік було оцінено близько 9,6 млн даних перевірок легкових автомобілів, проведених у період з липня 2021 р. по червень 2022 р. У рейтингу легкових автомобілів віком від 2 до 3 років значаться 130 моделей. Серед них 5,3% електромобілів не проходять основний техогляд зі “значними дефектами” і після ремонту підлягають повторній перевірці. Основні проблеми

– підвіска переднього моста, робота гальм. За даними TÜV дефекти гальм виникають частіше, ніж у середньому, у всіх досліджених електромобілях [2].

Однією з причин цього є рекуперація, яку електромобілі використовують для відновлення енергії гальмування. Це розвантажує гальма, що залежно від стилю водіння може призвести до “залипання” гальмівних колодок (зниження коефіцієнта тертя). Відповідно існують паради експертів, що водій електромобіля повинен регулярно різко гальмувати, щоб відновити роботу гальмівних колодок.

Наприклад, з причин несправності, 8,9 відсотка перевірених автомобілів Tesla Model 3 не проходять перший загальний техогляд. Крім дефектів ближнього світла і протитуманних фар гальмівні диски у Model 3 виходять з ладу частіше, ніж у середньому по всіх оглянутих автомобілях. Те саме стосується і підвіски. Річ у тому, що електромобілі важчі за аналогічні моделі з двигунами внутрішнього згорання через велику акумуляторну батарею і це створює особливе навантаження на підвіску.

Nissan Leaf має 4,3 % браку. Ближнє світло і гальмівні диски є головними проблемами цієї моделі. BMW i3 з рівнем браку 5,9%, як у випадку з Leaf, має дефекти світла фар і гальмівних дисків.

Ще однією проблемою є дедалі більша герметизація днища електромобілів, що перешкоджає візуальному огляду як високовольтних кабелів, що перебувають під напругою, так і гальмівних магістралей. Тут потрібна адаптація до правил типових випробувань, які, наприклад, наказують відповідні оглядові люки в панелях для візуального контролю важливих для безпеки компонентів.

Переваги електрокарів перед автомобілями з двигуном внутрішнього згорання[3]:

- Ефективність: КПД електрокара становить до 90%, в той час як у найбільш ефективних і економічних двигунів внутрішнього згорання не перевищує 30%.
- Екологічність: електромотор не виділяє в атмосфері ніяких шкідливих речовин.
- Висока динаміка: у електромотора стабільно високий крутящий момент, що забезпечує мментальну відповідь при натисканні педалі газу і має дуже швидкий розгін.
- Надійність: будова електромотора є простішою, чим ДВЗ, практично не схильний до поломок і значно рідше вимагає обслуговування.

Недоліки електромобілів – це вища вартість, обмежений запас ходу у порівнянні з традиційними авто. Але в міру вдосконалення батарей електрокарів вони стають більш ефективними, пробіг на одному заряді збільшується, а час зарядки зменшується. Залишається ще один фактор – через особливості конструкції електрокари істотно важче. У середньому електрокари

важать на кілька сотень кілограмів більше, ніж автомобілі з ДВЗ аналогічного класу. Більшості електромобілів, представлених сьогодні на ринку, перевищує 1500 кг. Список автомобілів з акумуляторами вагою менше 1500 кг невеликий: до них відносяться Mini Cooper SE, Fiat 500e, BMW i3 у версіях на 22 та 42 кВт/год, Volkswagen e-up! у версіях на 18 та 36 кВт/год, а також Mitsubishi i-MiEV.

Блок акумуляторів – найважча і найпотужніша частина електрокара. Він містить у собі десятки кілограмів різних металів та інших хімічних елементів плюс конденсатори, мікросхеми, реле, компоненти системи охолодження, кабелі та ізоляційні матеріали. Крім того, батарея поміщена в потужний силовий корпус для захисту від механічних пошкоджень. Все це утворює «баласт» вагою від 200 кг до тонни з лишнім в залежності від розмірів і ємності акумулятора.

Наприклад, вага електричної Kia Soul EV важить близько 1,6 тонни – приблизно на 300 кг більше за таку ж машину з бензиновим двигуном 1,6 л. Близькі за характеристиками седани BMW – бензиновий M550i xDrive та електричний i5 xDrive M60 – мають споряджену масу 1885 та 2305 кг відповідно. Вага повнорозмірного електричного пікапа GMC Hummer EV 2023 випуску складає 4111 кг. Для порівняння, бензиновий GMC Sierra 2023, теж повнорозмірний пікап, важить менше 3 тонн.

Крім батареї, збільшення в масі дають електродвигуни і редуктори. Самі по собі вони легші і компактніші, ніж двигуни внутрішнього згоряння. Але у електрокарів буває не один, а два, три чи навіть чотири двигуни. Чим більша вага електромобіля, тим більше навантаження несуть деталі підвіски, а значить, вони повинні бути масивнішими і важчими. Також чим більше маса електрокара, тим більша кінетична енергія, а значить, потрібні потужніші і більші гальма. Щоб вмістити великі гальмівні диски та масивні багатопоршневі гальмівні супорти, потрібні колеса більшого діаметру (їхня вага більша). Крім того, електромобілі зазвичай оснащені багатше за своїх бензинових і дизельних побратимів. Вони мають додаткові сервоприводи, електронні компоненти та системи підвищення комфорту.

Батарея електрокара – не тільки найпотужніший компонент електромобіля, але і один з найдорожчих. Такою її створює не тільки безліч електроніки, але і значна кількість рідкісноземельних матеріалів, що використовуються для заповнення осередків. Вартість акумулятора досягає чверті, а то й третини ціни електрокара. Скільки коштує батарея електромобіля залежить від ємності. У середньому акумулятори обходяться виробникам електрокарів у 111–125 доларів за кВтг, хоча найбільші виробники, такі як китайська CATL, обіцяють знизити цю ціну вдвічі. Так чи інакше, чим більша ємність, більша вага акумулятора, то вище буде підсумкова вартість електромобіля. Чим більша вага електромобіля, тим більше енергії потрібно для прискорення та підтримки швидкості і тим менше буде пробіг до підзарядки. За даними досліджень Департаменту енергетики США, кожен зайві 45 кг маси автомобіля збільшують витрату палива на 2%. Більша маса негативно впливає і економічність електрокарів.

Компонування електромобілів відрізняється від авто з ДВЗ. Під капотом електрокара, якщо це не гібридний автомобіль, немає потужного мотора з коробкою передач. Компактні блоки електромоторів із редуктором змонтовані безпосередньо на передній та задній осях. А під дном машини розташована важка батарея (вагою кілька сотень кг). Така конструкція забезпечує електрокарам ідеальне розважування та максимально низький центр тяжіння. Велика вага електромобіля, рівномірно розподілена між передніми та задніми колесами, дозволяє їм міцно триматися дороги, покращує керованість та стійкість. Разом з тим, велика маса машини вимагає і більш потужних підсилювачів рульового керування і гальм. Шини теж мають бути розраховані на велику масу, тому у потужних та дорогих електромобілів великі та широкі колеса [4].

Через велику вагу електромобілів до них виникають питання щодо безпеки дорожнього руху. Згідно з дослідженням Національного бюро економічних досліджень США, «базова ймовірність смертельного результату» при аварії збільшується на 47% з кожною додатковою тисячею кілограмів в автомобілі, а ризик смертельного результату ще вищий, якщо автомобіль, що зіткнувся, – легка вантажівка (позашляховик, пікап або мінівен). Йдеться про те, що при зіткненні легкої та важкої машин ймовірність небезпечних чи смертельних травм вища у пасажирів легкого автомобіля.

Більш важкі електромобілі небезпечніші для пішоходів та велосипедистів через довгу гальмівну колію. Це особливо актуально з огляду на те, що електрокари можуть дуже швидко розганятися (наприклад, семимісний мінівен Zeekr 009 розганяється за 4,5 секунди) і деяких водіїв це провокує на небезпечну їзду залишаючи менше часу на те, щоб зреагувати і загальмувати [5].

Вплив ваги електромобіля на дорожню інфраструктуру. У міру того, як автомобілі (не тільки електро, а й звичайні) додають у вазі, зростає навантаження на дорожню мережу. Електромобілі, вага яких більша за аналогічні авто з ДВЗ, піддають дорожнє полотно інтенсивному зносу. При цьому у багатьох країнах ремонт доріг фінансується з транспортного податку та акцизів на паливо, які не поширюються на електротранспорт. Іншими словами, власники електрокарів користуються дорогами, але практично не платять за їх ремонт та підтримку у робочому стані. І хоча частка електромобілів у трафіку поки не така велика, щоб це представляло серйозну проблему, у перспективі це може змінитися.

У деяких країнах порушується питання про невідповідність застарілій дорожньо-транспортній та паркувальній інфраструктурі новим, великим за вагою транспортним засобам. Увагу до цієї проблеми привернув обвал у 2023 році в Нью-Йорку паркінгу 1925 року споруди, коли другий поверх з припаркованими автомобілями просто впав. Тим часом у Великій Британії Британська паркувальна асоціація вже рекомендувала збільшити міцність несучих конструкцій на багатоповерхових паркінгах на тлі зростання електромобільного парку.

У світі продано 2 млн 141 тисяча електромобілів. Майже кожен четвертий електромобіль зробила Tesla. Станом на 1 березня 2023 року в Україні зареєстровано 49 753 електромобілі. Станом на 1 грудня 2021 року кількість зареєстрованих електромобілів в Україні становила 32 662 одиниці. У цій цифрі - як нові, так і вживані машини, які ввозяться офіційними імпортерами та приватними особами. Також цікавим є розподіл електромобілів по регіонах України. Лідирує Київ, де на 1 грудня 2021 року налічувалося 7176 машин на електротязі. А у всій Київській області їхня кількість досягла 10906 одиниць або 33,3% від загальної чисельності в країні [6].

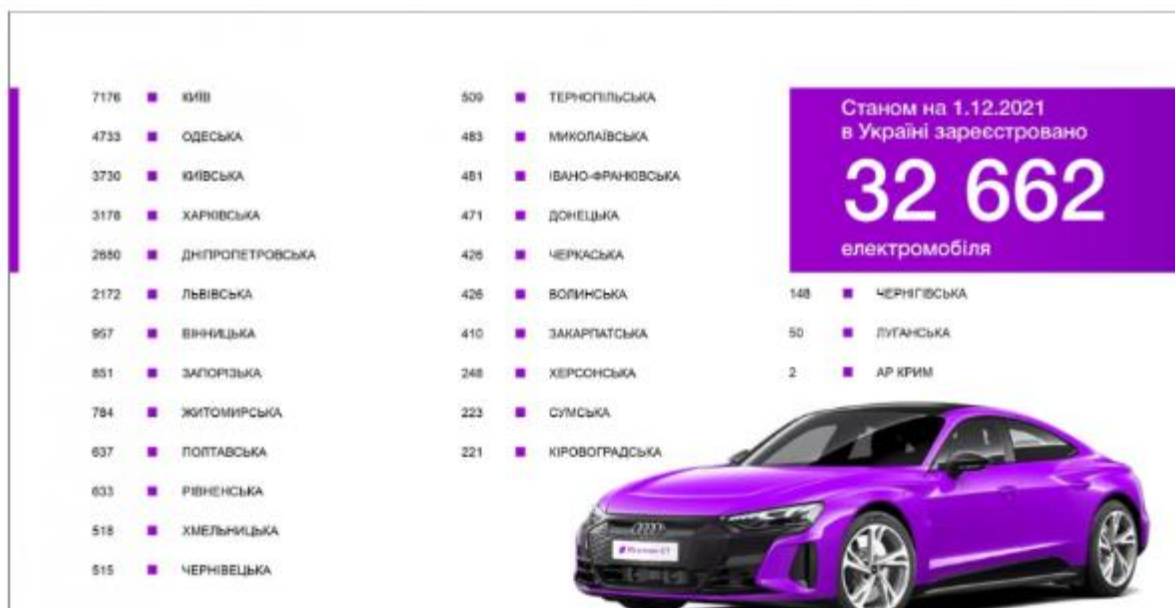


Рисунок 1 - Розподіл електромобілів по регіонах України станом на 1 грудня 2021 року

На другому місці - Одеська область: тут зареєстровано 4733 електромобіля (14,5% від загальної кількості в країні). На третьому - Харківська область з 3178 електромобілями (9,7%).

Замикають Топ-5 Дніпропетровська та Львівська області: 2680 (8,2%) та 2172 (6,6%) електромобіля відповідно.

Література

1. <https://www-tuv.com>.
2. <https://uamotors.com.ua/auto/88797>
3. <https://electro-mobility.com.ua/blog/vaha-elektromobilia-iaka-vona-i-na-shcho-vplyvaie/>
4. <https://rovian.ua/ua/blog/budova-ta-printsip-roboti-elektromobilya/>
5. <https://go-tou.com/en/news/electric-car-design-how-do-electric-cars-work>
6. [Кількість електромобілів в Україні – оприлюднена статистика станом на 1 грудня 2021 року | РБК Україна](#)