

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Сучасний світовий розвиток транспортної індустрії демонструє значне зростання інтересу до електрифікації колісного транспорту. Основними причинами цього явища є необхідність скорочення викидів парникових газів, боротьба зі змінами клімату та потреба зменшення залежності від викопного палива, яке має обмежені запаси.

Електромобілі, завдяки своїй екологічності, енергоефективності та можливості інтеграції з сучасними технологіями, стали перспективною альтернативою традиційним транспортним засобам з двигунами внутрішнього згоряння. Використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) є перспективним шляхом підвищення енергоефективності електромобільності. ВДЕ, такі як сонячна та вітрова енергія, дозволяють забезпечити сталу та екологічну генерацію електроенергії для зарядки електромобілів. Завдяки цьому знижується вуглецевий слід, підвищується енергетична незалежність та забезпечується довготривала стабільність енергопостачання.

Сучасні тенденції розвитку ринку електро- і гібридних транспортних засобів На сьогоднішній день електромобільність переживає стрімке зростання в усьому світі. Згідно зі звітом Міжнародного енергетичного агентства (ІЕА) [1], станом на 2023 рік глобальні продажі електромобілів досягли рекордних 14 мільйонів одиниць, що становить близько 14% від загального обсягу продажів легкових автомобілів. Це свідчить про те, що електромобілі поступово стають масовим явищем, а їхній ринок продовжує демонструвати високі темпи зростання.

Основними причинами такого розвитку є потреба у зменшенні негативного впливу транспорту на навколишнє середовище, зниження викидів парникових газів та боротьба зі змінами клімату. Традиційний транспорт, який використовує викопне паливо, є одним із найбільших джерел викидів вуглекислого газу, і 10 електромобілі пропонують ефективну альтернативу. За оцінками, один електромобіль за весь свій життєвий цикл може скоротити викиди CO₂ на 50–70% порівняно з автомобілем, що працює на бензині чи дизелі. Різні країни світу активно впроваджують політики, які стимулюють перехід населення на електромобілі. Наприклад, у Норвегії, де електромобільність є найбільш розвиненою, понад 80% нових автомобілів, проданих у 2023 році, були електричними. Це стало можливим завдяки запровадженню масштабних пільг: звільнення від податків на купівлю автомобіля, безкоштовне паркування, знижки на платні дороги та доступ до смуг громадського транспорту.

У Китаї, найбільшому ринку електромобілів, уряд інвестує значні кошти у субсидії для покупців електротранспорту та розвиток зарядної інфраструктури. У 2023 році Китай перевищив позначку у 15 мільйонів електромобілів на дорогах країни, що є результатом комплексної підтримки

галузі, включаючи податкові пільги та встановлення понад 4 мільйони громадських зарядних станцій.

Європейський Союз також активно підтримує електромобільність через амбітні кліматичні цілі. Зокрема, директива "Fit for 55" передбачає, що до 2035 року всі нові автомобілі, продані в ЄС, повинні бути з нульовими викидами. У таких країнах, як Німеччина та Франція, уряди пропонують субсидії до 9 000 євро на купівлю електромобіля, а також податкові знижки для виробників екологічного транспорту.

США, зі свого боку, запровадили програму "Inflation Reduction Act", яка включає субсидії у розмірі до \$7 500 для покупців електромобілів, виготовлених на місцевому рівні. Завдяки цьому у 2023 році продажі електромобілів у США зросли на 65% порівняно з попереднім роком, а їхня частка у загальному обсязі продажів автомобілів досягла 8%.

Отже, розвиток електромобільності у світі є результатом як технологічного прогресу, так і активної державної політики. Екологічні переваги, фінансові стимули та зростаюча доступність зарядної інфраструктури роблять електромобілі дедалі популярнішим вибором для споживачів, формуючи основи сталого транспортного майбутнього [2].

В Україні розвиток електромобільності також набирає обертів, хоча й поступається провідним країнам світу за темпами впровадження. Станом на 2023 рік на дорогах України зареєстровано понад 60 тисяч електромобілів, що свідчить про поступове зростання попиту на екологічний транспорт. Однією з основних причин такої динаміки є зростання обізнаності населення про екологічні переваги електротранспорту, а також державні ініціативи, спрямовані на стимулювання переходу на електромобілі.

Український уряд запровадив низку податкових пільг для покупців електротранспорту. Зокрема, з 2018 року діє норма, яка звільняє від сплати ПДВ та акцизу на імпорту електромобілів. Ця ініціатива зробила електромобілі значно доступнішими для українських споживачів. Крім того, власники електротранспорту звільнені від сплати транспортного збору, що також сприяє зниженню витрат на їх утримання. У великих містах, таких як Київ, Львів, Одеса та Харків, активно розвивається зарядна інфраструктура. Уряд спільно з приватними інвесторами сприяє встановленню громадських зарядних станцій, що робить експлуатацію електромобілів більш зручною. На початок 2023 року в Україні діяло понад 3 500 зарядних станцій, і їх кількість продовжує зростати. Також на місцевому рівні запроваджуються ініціативи, спрямовані на популяризацію електромобілів. Наприклад, у Києві електромобілі мають право безкоштовного паркування на муніципальних стоянках, а у Львові впроваджено систему спеціальних преференцій для компаній, які займаються перевезеннями на електротранспорті [3].

Ще одним стимулом є активна роль бізнесу. Великі корпорації, що працюють в Україні, дедалі частіше інвестують у розвиток електромобільності, включаючи зарядні станції та сервіси обслуговування електротранспорту. Таким чином, в Україні поступово формуються сприятливі умови для переходу на електромобільність. Хоча масштаби та темпи цього процесу ще далекі від

світових лідерів, державні ініціативи, підтримка бізнесу та зростаюча зацікавленість населення створюють перспективи для подальшого розвитку екологічного транспорту. У розвинених країнах світу продажі електромобілів демонструють стабільне зростання, що свідчить про формування нового етапу у глобальній автомобільній індустрії. Станом на 2023 рік частка електромобілів у загальному обсязі продажів нових автомобілів досягла 14%, тоді як ще у 2020 році цей показник становив лише 4%. Такий приріст обумовлений розвитком технологій, зниженням вартості батарей, масштабними державними програмами субсидій та 14 зростанням попиту серед споживачів, які дедалі більше звертають увагу на екологічність транспортних засобів. Загалом світовий тренд вказує на те, що електромобілі поступово займають значне місце у транспортній екосистемі, замінюючи автомобілі з двигунами внутрішнього згоряння. В Україні темпи зростання продажів електромобілів також є позитивними, хоча й значно поступаються розвиненим країнам. У 2023 році на українському ринку було реалізовано понад 15 тисяч нових та вживаних електромобілів, що на 30% більше, ніж у попередньому році. Частка електромобілів у загальному обсязі продажів нових автомобілів в Україні залишається невеликою, близько 5%, але цей показник постійно зростає. Це зростання пов'язане з доступністю вживаних електромобілів, які імпортуються з Європи та США, а також із розвитком зарядної інфраструктури, яка стає дедалі більш поширеною у великих містах. Наприклад, серед найпопулярніших моделей, які купують в Україні, є Nissan Leaf, Tesla Model 3 та Renault Zoe, що відображає прагнення українців до доступних та енергоефективних рішень [4].

Державна підтримка та законодавча база відіграють ключову роль у стимулюванні розвитку відновлювальної енергетики (ВДЕ) в Україні. Протягом останніх років уряд запровадив низку ініціатив, спрямованих на створення сприятливих умов для інвесторів та розвитку інфраструктури ВДЕ. Однією з основних програм є «зелений тариф», який забезпечує підвищену оплату за електроенергію, вироблену з відновлювальних джерел. Цей механізм, запроваджений ще у 2009 році, дозволив залучити значні інвестиції у будівництво сонячних, вітрових та біоенергетичних станцій. Станом на 2023 рік Україна є однією з країн з найвищими тарифами для виробників ВДЕ, що сприяло введенню в експлуатацію понад 10 ГВт потужностей. 18 Законодавство України також передбачає звільнення обладнання для ВДЕ від імпортних мит та ПДВ, що значно знижує вартість будівництва нових станцій. Такий підхід зробив технології ВДЕ доступнішими для інвесторів та компаній, зацікавлених у переході на екологічно чисту енергетику.

Класифікація сучасних видів електро- і гібридних транспортних засобів Електричні та гібридні транспортні засоби представляють сучасний напрямок розвитку автомобільної індустрії, що спрямований на зменшення залежності від викопного палива та зниження негативного впливу на довкілля. Електромобіль – це транспортний засіб, який використовує електродвигун як єдине джерело руху. Енергія для роботи двигуна зберігається в акумуляторній батареї, яка заряджається від зовнішнього джерела електроенергії [5].

Гібридний автомобіль – це транспортний засіб, що має два джерела енергії: традиційний двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) та електродвигун. Завдяки цій комбінації гібридні авто поєднують переваги обох технологій, дозволяючи знизити витрату палива та викиди шкідливих речовин.

Різновиди електричних і гібридних транспортних засобів [6,7]

1. Battery Electric Vehicle (BEV) BEV – це повністю електричний транспортний засіб, який працює виключно на електродвигуні. Енергія для руху зберігається в акумуляторній батареї, яку необхідно періодично заряджати від зовнішнього джерела електроенергії. Цей тип авто не має ДВЗ або паливного бака, тому є екологічно чистим. BEV характеризуються низькими експлуатаційними витратами, відсутністю шкідливих викидів та простотою конструкції. Прикладами таких автомобілів є Tesla Model 3, Nissan Leaf і Chevrolet Bolt. Основними обмеженнями є залежність від зарядної інфраструктури та відносно невеликий запас ходу, який зазвичай становить 300–500 км.

2. Extended-Range Electric Vehicle (EREV) EREV – це електромобіль із подовженим запасом ходу, який має додатковий невеликий двигун внутрішнього згоряння. ДВЗ у цьому випадку не використовується для прямого руху автомобіля, а виконує функцію генератора для зарядки батареї, коли вона розряджається. Це дозволяє значно збільшити запас ходу автомобіля, зберігаючи при цьому переваги електротранспорту. Прикладом такого авто є Chevrolet Volt.

3. Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV) PHEV – це гібридний автомобіль, який можна заряджати від зовнішнього джерела електроенергії. Він має більшу батарею, ніж у традиційних гібридів, що дозволяє проїжджати значні відстані виключно на електротязі (зазвичай 30–70 км). Коли батарея розряджається, автомобіль автоматично перемикається на використання ДВЗ. Це забезпечує гнучкість у використанні, оскільки водій може обирати між електричним і паливним режимами залежно від умов. Прикладами є Toyota Prius Prime та Mitsubishi Outlander PHEV.

4. Hybrid Electric Vehicle (HEV) HEV – це класичний гібридний автомобіль, який не вимагає зарядки від зовнішнього джерела. У ньому ДВЗ працює разом із електродвигуном для забезпечення руху. Енергія для роботи електродвигуна отримується за рахунок рекуперативного гальмування, коли кінетична енергія перетворюється в електричну. HEV характеризуються економічністю та зниженими викидами порівняно з традиційними автомобілями. Одним із найвідоміших прикладів є Toyota Prius.

Література

1. Electric Vehicle Standards and Regulations: A Global Overview. International Energy Agency (IEA), 2021. URL: <https://www.iea.org/>
2. Міронов Д.В. Конспект лекцій з дисципліни «Електричні та гібридні транспортні засоби» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» денної та заочної форми навчання / Укл.: Д.В. Міронов – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 154 с.

3. Іванов А.В. Гібридні транспортні засоби: Навчальний посібник. Харків: ХНАДУ, 2022. – 210 с.
4. Малий Г.М., Шевченко О.В. Електротранспорт: сучасні тенденції розвитку. Науково-технічний журнал «Автомобільний транспорт», 2023, № 48. – С. 45–52.
5. Vagati, A., & Pastorelli, M. SynRM: A New Challenge for HighPerformance Motor Drives. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 49(4), 2002, pp. 917–925.
6. Krings, A., & Monissen, C. Review and Trends in Electric Traction Motors for Battery Electric and Hybrid Vehicles. IEEE International Conference on Electrical Machines, 2020, pp. 1–8.
7. Wang, Y., Li, Y., Zhang, L. "Cloud-Based Energy Forecasting for Smart Grids." IEEE Transactions on Smart Grid, 2020, 11(2): 1234-1243.
8. Leontiev D., Klymenko V., Frolov A.; Regarding the efficiency of using solar panels of low power to obtain maximum charging current for batteries vehicle. *AIP Conf. Proc.* 5 June 2025; 3238 (1): 050009. <https://doi.org/10.1063/5.0248928>

Науковий керівник: Рижих Л.О., професор кафедри автомобілів

Семикопний Родіон, ст. гр. АА-41-22

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ПАСИВНА БЕЗПЕКА АВТОМОБІЛЯ

Пасивна безпека автомобіля являє собою комплекс конструктивних елементів і технічних рішень, призначених для зменшення рівня травматизму водія та пасажирів у разі дорожньо-транспортної пригоди. Основними складовими пасивної безпеки є ремені та подушки безпеки, зони деформації кузова, жорстка пасажирська капсула, підголівники та елементи внутрішнього обладнання салону.

Ефективність роботи цих елементів визначається їх здатністю поглинати кінетичну енергію зіткнення та зменшувати перевантаження, які діють на людину [1].

До елементів пасивної безпеки автомобіля входять:

- Зони деформації: Передня та задня частини автомобіля, що поглинають енергію удару.
- Силовий каркас (капсула) салону: Жорстка частина кузова, яка повинна залишатися цілою для захисту людей всередині.
- Скло: Багатошарове (триплекс) або загартоване скло, яке при розбитті не утворює гострих уламків.
- М'які бампери та «м'який» капот: Матеріали та форми, що знижують травматизм пішоходів при наїзді.
- Подушки безпеки для пішоходів: Спеціальні зовнішні подушки, що розгортаються біля основи лобового скла.
- Ремінь безпеки