

Journal of Technical Research & Science. 9. 27-35. 10.30780/specialissue-ISET-2024/029.

3. Farajdadian, Shahriar & Hajizadeh, Amin & Soltani, Mohsen. (2024). Recent developments of multiport DC/DC converter topologies, control strategies, and applications: A comparative review and analysis. Energy Reports. 11. 10.1016/j.egy.2023.12.054.

Науковий консультант Нечаус А.О., доцент кафедри автомобільної електроніки, канд. техн. наук

Лосєв Владислав Сергійович, студент гр. АЕ-42-22, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕРНЕТУ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Концепція Інтернету акумуляторних батарей ІоВ (від англ. Internet-of-batteries (IoB)) для електромобілів нещодавно з'явилася та пропонує великий потенціал для контролю та оптимізації використання акумуляторних батарей в електромобілях. Ця концепція, яка поєднує аспекти Інтернету речей ІоТ (від англ. Internet of Things (IoT)) та штучного інтелекту, з найновішими досягненнями в технологіях акумуляторів та хмарних обчисленнях, може надати безліч нової інформації про стан та ефективність акумуляторних батарей електромобілів. Цю інформацію можна використовувати для покращення управління акумуляторами кількома способами, включаючи безперервний прогноз стану акумуляторів в батареї та покращене управління.

Інтернет акумуляторних батарей ІоВ здійснює збір даних у режимі реального часу з акумуляторів електромобілів, таких як напруга, струм та температура. Потім ці дані передаються на хмарний сервер, де використовуються передові хмарні обчислення та машинне навчання для:

- оцінки стану та аналіз фізико-технічного стану батарей, включаючи визначення рівня заряду SOC (від англ. State of Charge (SOC)), залишкової енергії SOE (від англ. State of Energy (SOE)), загального технічного стану SOH (від англ. State of Health (SOH)), доступної потужності SOAP (від англ. State of Available Power (SOAP)) тощо;

- прогнозування залишкового терміну служби RUL (від англ. Remaining Useful Life (RUL)) акумулятора та виявлення моделей деградації [1], перш ніж вони призведуть до його виходу з ладу та інша прогнозна аналітика;

- діагностики несправностей [2] акумуляторних батарей електромобілів, тому що раннє виявлення потенційних ризиків для безпеки, таких як тепловий вихор або внутрішні короткі замикання є критично важливою проблемою;

- інтелектуального управління та оптимізації протоколів заряджання та розряджання для подовження загального терміну служби та ефективності акумуляторної батареї.

У статті [3] детально розглянули базову структуру Інтернету акумуляторів ІоВ для електромобілів на основі багатьох існуючих досліджень. Проведено дослідження потенційних переваг цього нового підходу, такі як безперервний прогноз стану акумуляторної батареї та покращене управління акумулятором при експлуатації електричного транспортного засобу. Архітектура Інтернету акумуляторних батарей ІоВ зазвичай складається з трьох основних компонентів: самих систем акумуляторів електромобіля, шлюзів Інтернету речей для передачі даних та хмарної платформи для високорівневої обробки.

Архітектура Інтернету акумуляторних батарей ІоВ електромобілів проілюстрована на рисунку 1 [3].



Рисунок 1 – Архітектура Інтернету акумуляторних батарей електромобілів [3]

Архітектура Інтернету акумуляторних батарей електромобілів складається з трьох основних компонентів:

- системи акумуляторних батарей електромобілів, в яку інтегровані система управління батареями BMS (від англ. Battery Management System (BMS)) та бездротовий модуль зв'язку з Інтернетом;
- шлюзу Інтернету речей;
- хмарної платформи, а також двох додаткових компонентів, тобто BMS та бездротового модуля, які інтегровані в системи акумуляторів.

Під час підключення електромобіля до стаціонарної електричної мережі за допомогою технології V2G (від англ. Vehicle-to-Grid (V2G)) система керування дозволяє виконувати такі дії:

- дистанційно контролювати стан та режими роботи акумуляторної батареї через смартфон;
 - налаштовувати оптимальний часовий інтервал для зарядки та розрядки акумуляторної батареї;
 - відстежувати енергоспоживання та економічну вигоду;
 - інтегруватися в систему «розумного дому», що підтримує постійний зв'язок із «розумними мережами» та «розумним містом» через Інтернету речей
- Переваги використання Інтернету акумуляторних батарей ІоВ полягають у

підвищенні ефективності експлуатації акумуляторних батарей електромобілів при підключенні до зарядних станцій та електромережі. Рациональні стратегії заряджання та розряджання з урахуванням різних часових інтервалів сприяють підтримці мережі в періоди пікового навантаження, знижують витрати на електроенергію споживачів, а також добре інтегруються в екосистему «розумного будинку» та «розумного міста».

На рисунку 2 наведений приклад екосистеми «розумного міста», що використовує Інтернет акумуляторних батарей складається з автопарків електромобілів, підключених до зарядних станцій та електричної мережі за технологію V2G, до будинків за технологію V2B (від англ. Vehicle-to-Building (V2B)), до інфраструктури інтелектуальної транспортної системи розумного міста за технологію V2I (від англ. Vehicle-to-Infrastructure (V2I)) [4].

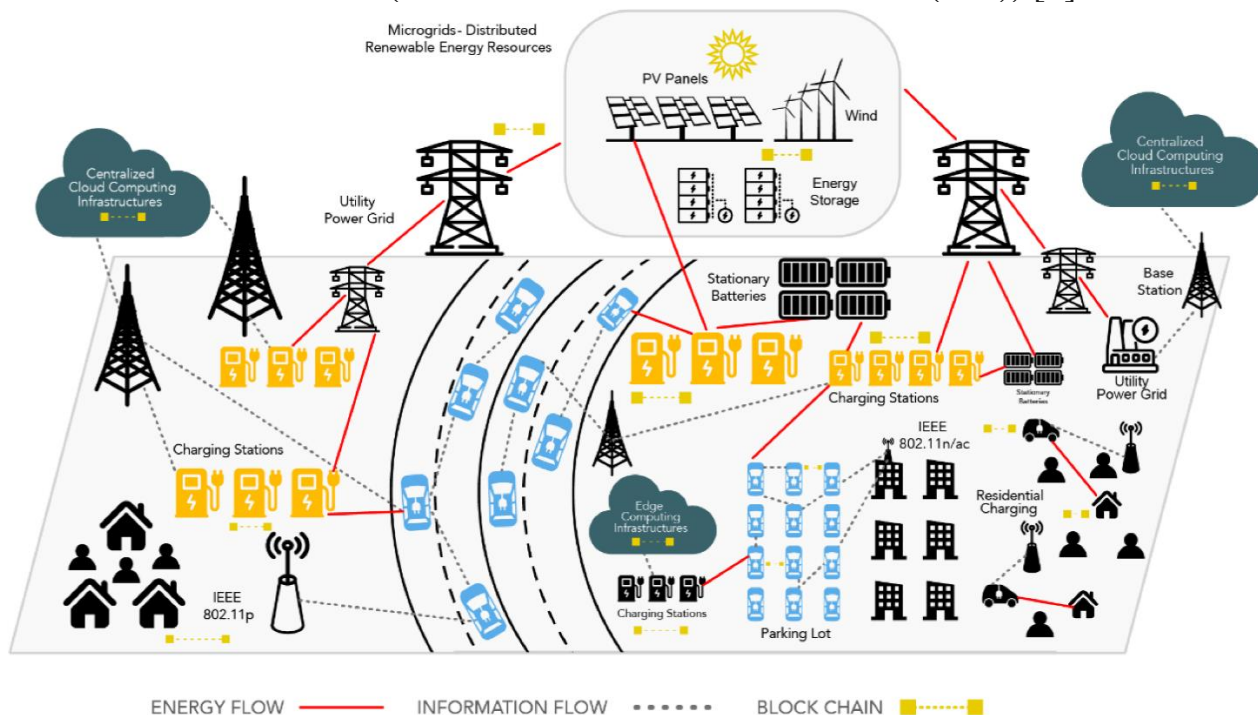


Рисунок 2 – Приклад екосистеми «розумного міста», що використовує Інтернет акумуляторних батарей [4]

Таким чином, використання Інтернету акумуляторних батарей для електромобілів пропонує багато переваг. Безперервний моніторинг стану акумуляторних батарей є однією з його ключових плюсів. Це дозволяє на ранній стадії виявляти закономірності деградації та потенційні відмови акумулятора. Такий проактивний підхід підвищує безпеку, подовжує термін служби акумулятора та покращує загальну надійність електромобіля.

Незважаючи на потенційні переваги, що пропонує Інтернет акумуляторних батарей, впровадження цієї концепції в електромобілі створює унікальний набір проблем. Однією з основних проблем є питання безпеки даних, враховуючи, що ІоВ передбачає обмін конфіденційною інформацією про акумуляторну батарею електромобіля. Для захисту від несанкціонованого доступу або маніпуляцій з цими даними важливим є впровадження надійних методів шифрування та безпечних протоколів зв'язку. Крім того, ще одним викликом є забезпечення

сумісності між різними системами та протоколами зв'язку, що використовуються різними виробниками акумуляторних батарей та транспортних засобів.

Використання Інтернету акумуляторних батарей в інженерії електромобілів має багато переваг. Ось деякі з них:

- покращений моніторинг стану акумулятора (температуру, струм, напруга, стан заряду). Постійний моніторинг параметрів акумулятора допомагає своєчасно виявляти проблеми;

- оптимізація управління енергією. Акумуляторні батареї електромобілів взаємодіють із системами управління енергією. Це дозволяє динамічно коригувати споживання енергії залежно від попиту;

- покращене усунення несправностей. Використання Інтернету акумуляторних батарей спрощує дистанційний моніторинг та діагностику;

- менша вага та витрати. Багато непотрібних проводів видаляється. Це допомагає знизити вагу та витрати. Виробники можуть ще більше знизити витрати та підвищити ефективність, визначивши області для покращення;

- масштабованість. Інтернет акумуляторних батарей може підтримувати інтеграцію акумуляторів різних виробників. Це дозволяє створити масштабовану та сумісну екосистему накопичення енергії. Це також спрощує інтеграцію нових технологій та розширення систем накопичення енергії за потреби;

- міжплатформний обмін даними. Різні платформи та пристрої можуть безперешкодно обмінюватися даними. Але для цього необхідні стандартні протоколи. Ця сумісність є важливою для створення комплексних енергетичних екосистем. Для досягнення цього акумулятори повинні взаємодіяти з різними пристроями та системами.

Таким чином, Інтернет акумуляторних батарей IoV дозволяє моніторити, оптимізувати та контролювати акумуляторні системи в режимі реального часу. Він постійно збирає дані про стан акумулятора, ефективність та режими використання. Він також дозволяє використовувати проактивні стратегії технічного обслуговування та оптимізації. Це може призвести до збільшення терміну служби акумулятора, підвищення енергоефективності та економії коштів на електромобілі.

Література

1. Смирнов, О., & Борисенко, А. (2025). Розробка прогностичної моделі деградації ємності літій-іонних акумуляторних батарей електромобілів. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології*, (27), 110–122. <https://doi.org/10.30977/VEIT.2025.27.0.1>

2. Смирнов О.П. Діагностика високовольтної акумуляторної батареї електромобіля NISSAN LEAF / О.П. Смирнов, А.О. Борисенко, А.В. Марченко // *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології: електронне наукове спеціалізоване видання*. – 2019. – № 16. – с. 19-25. – Режим доступу: <http://veit.khadi.kharkov.ua/issue/view/11327>

3. Li, H., Bin Kaleem, M., Liu, Z., Wu, Y., Liu, W., & Huang, Z. (2023). IoB: Internet-of-Batteries for Electric Vehicles—Architectures, Opportunities, and Challenges. *Green Energy and Intelligent Transportation*, 100128. <https://doi.org/10.1016/j.geits.2023.100128>

4. Emodi, N. V., Akuru, U. B., Dioha, M. O., Adoba, P., Kuhudzai, R. J., & Bamisile, O. (2023). The Role of Internet of Things on Electric Vehicle Charging Infrastructure and Consumer Experience. *Energies*, 16(10), 4248. <https://doi.org/10.3390/en16104248>

Науковий консультант: Смирнов Олег Петрович, д.т.н., професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, smirnov1oleg@gmail.com

Нарижній Олег Анатолійович, студент групи АЕ-42-22
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Вступ

Стрімкий розвиток електромобільного транспорту є однією з найбільш характерних тенденцій сучасного етапу розвитку автомобільної галузі. Поширення електромобілів зумовлене необхідністю зниження викидів шкідливих речовин, підвищення енергоефективності транспортних засобів та переходу до більш екологічних видів транспорту. Водночас активне впровадження електромобілів ставить нові вимоги до їх технічного обслуговування, контролю стану та забезпечення надійної експлуатації. У зв'язку з цим особливої актуальності набувають питання розвитку технічної діагностики електромобілів [1-3].

На відміну від традиційних автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння, електромобілі мають іншу структуру силової установки, що включає високовольтні акумуляторні батареї, тягові електродвигуни, силову електроніку, системи керування, рекуперативного гальмування та зарядну інфраструктуру. Така конструктивна специфіка обумовлює необхідність застосування нових підходів до оцінювання технічного стану транспортного засобу, виявлення несправностей та прогнозування відмов. Особливої уваги потребують діагностування стану акумуляторної батареї, контроль параметрів електричних і електронних компонентів, оцінювання працездатності систем терморегулювання та моніторинг режимів роботи тягового електроприводу [4].

Розвиток технічної діагностики електромобілів відбувається в умовах швидкого вдосконалення як самих транспортних засобів, так і цифрових технологій контролю, збору та обробки даних. У сучасних електромобілях дедалі ширше використовуються вбудовані системи самодіагностики, сенсорні мережі, телематичні засоби передавання інформації, алгоритми інтелектуального аналізу даних та елементи прогнозування діагностики. Це дає