

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ТА ОСОБЛИВОСТІ КЕРУВАННЯ НИМИ

К. т. н. О. Ф. Бондаренко, Ю. С. Олішевський, О. С. Яма

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Україна, м. Київ
bondarenkoaf@gmail.com

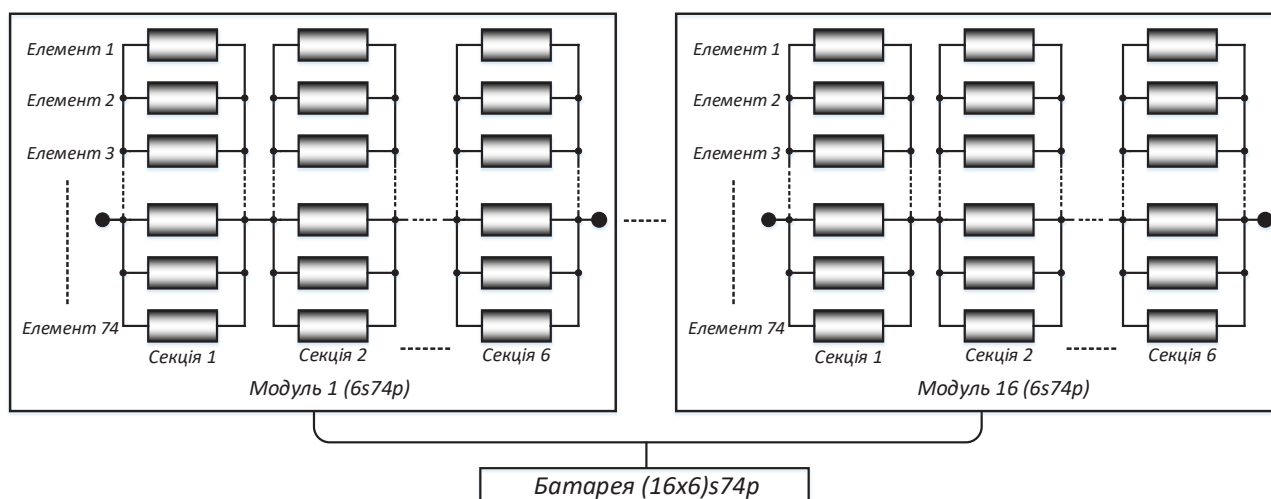
Показано важливість використання засобів балансування електричної напруги на акумуляторних елементах батарей бортових систем живлення електромобілів. Розглянуто особливості структури акумуляторних батарей електромобілів та обрано перспективні технічні рішення для розробки вузлів керування ними.

Ключові слова: акумуляторна батарея, електромобіль, балансування напруги, battery management system.

Останнім часом спостерігається тенденція на збільшення кількості пристроїв з автономним живленням. Це стосується як побутових приладів, так і складних інструментів та систем медичного, виробничого, військового призначення, електротранспортних засобів. Основою джерел живлення автономного типу зазвичай є акумуляторні батареї. Збільшення ємності та робочої напруги таких джерел для забезпечення тривалого живлення потужних споживачів (наприклад, електротранспорту) досягається завдяки послідовно-паралельному з'єднанню значної кількості окремих акумуляторних елементів у модулі та секції в різних конфігураціях. Проте таке з'єднання (секціонування) вимагає застосування засобів балансування для вирівнювання електричної напруги на окремих елементах системи, що є вкрай важливим для їх рівномірного заряду-розряду і, відповідно, для запобігання передчасній деградації батарейних модулів.

Авторами [1] було проаналізовано варіанти побудови енергонакопичувачів ємнісного типу для автономних джерел живлення зварювальних систем та запропоновано принципи та засоби балансування напруги на елементах накопичувача. Метою цієї роботи є вивчення особливостей побудови акумуляторних джерел живлення більш потужних споживачів — електромобілів, для яких характерним є збільшення рівня напруги та високі вимоги до енергетичних характеристик акумуляторних батарей. Також завданням є вибір перспективних рішень для розробки систем керування ними.

На рисунку для прикладу наведена структура акумуляторної батареї, що складається з 7104 елементів живлення циліндричної форми $(16 \times 6) \times 74p$ [2].



Як видно з рисунка, система включає 16 стандартизованих модулів, кожен з яких складається з шести типових послідовно з'єднаних секцій, що містять по 74 паралельно з'єднаних накопичувальних елементів. Кількість елементів в секціях і модулях та конфігурація їх з'єднання може варіюватися залежно від потреб споживача, а також типу використовуваних елементів (циліндричні, пакетні або призматичні). Послідовне з'єднання секцій дає можливість отримати необхідну високу напругу для живлення високовольтних вузлів електромобіля, а паралельне з'єднання елементів збільшує ємність акумуляторної збірки.

Очевидно, що така складна конструкція потребує зарядних пристроїв з поліпшеними характеристиками, які забезпечують швидкий заряд і розряд батареї з одночасним забезпеченням балансування заряду як в окремих елементах акумуляторної батареї, так і в її окремих секціях. Необхідно зазначити, що для практичної реалізації балансування під час заряду та розряду використовуються спеціальні вузли керування, відомі як *battery management system* (BMS) [3 – 5]. Залежно від конфігурації з'єднання елементів та їх типу обирається певна стратегія керування та балансування акумуляторної збірки, що може здійснюватися за допомогою однієї плати BMS посеekційно, помодульно або шляхом використання кількох плат BMS, організованих за принципом *master-slave*.

Аналіз конструкцій акумуляторних збірок для живлення електромобілів підтвердив необхідність вдосконалення зарядних пристроїв, а також застосування спеціальних засобів балансування та керування ними. Найбільш перспективними та такими, що здатні забезпечити найкращі параметри процесу заряду та показники, які характеризують поточний стан батареї, а також збільшують передбачуваний термін експлуатації, можна вважати модульні конструкції силових перетворювачів з кількома окремими виходами та індивідуальним регулюванням струму та напруги за кожним з цих виходів. Подальша робота за цією тематикою полягатиме в розробці та дослідженні нових топологій перетворювачів зарядних пристроїв і реалізації їх взаємодії з вузлами керування на всіх рівнях конструкції акумуляторної батареї.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Кожушко Ю.В., Бондаренко О.Ф. Балансування напруги модульного накопичувача енергії джерела живлення для контактного мікрозварювання. *Технология и конструирование в электронной аппаратуре*, 2017, № 4-5, с. 15–23. <https://doi.org/10.15222/ТКЕА2017.4-5.15>
2. Wang L., Sun Y., Wang X. et al. Reliability modeling method for lithium-ion battery packs considering the dependency of cell degradations based on a regression model and copulas. *Materials*, 2019, vol. 12, no. 7, p. 1054.
3. Cabrera J., Vega A., Tobajas F. et al. Design of a reconfigurable Li-Ion battery management system (BMS). *2014 XI Tecnologias Aplicadas a La Enseñanza*. <https://doi.org/10.1109/taee.2014.6900162>
4. Qiufeng W., Yong X., Xiangwen Z. Research and design of control strategy for on-board charging system in electric vehicle. *2017 29th Chinese Control and Decision Conference (CCDC)*, 2017, p. 6901–6905, <https://doi.org/10.1109/CCDC.2017.7978424>.
5. Min H., Sun W., Li X. et al. Research on the optimal charging strategy for Li-Ion batteries based on multi-objective optimization. *Energies* 2017, 10, 709. <https://doi.org/10.3390/en10050709>

O. F. Bondarenko, Yu. S. Olishkevskyi, O. S. Yama

Principles of designing and controlling battery assemblies for electric vehicles

The study shows the importance of using electrical voltage balancing tools on batteries of on-board power systems of electric vehicles. The authors consider particular aspects of the design of electric vehicle batteries and choose promising technical solutions for the development of control units.

Keywords: battery, electric vehicle, voltage balancing, battery management system.
