

АКТИВНИЙ БАЛАНСИР ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ В БАГАТОМОДУЛЬНИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЯХ

Д. О. Ліпко, к. т. н. О. Ф. Бондаренко

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

Запропоновано вдосконалену топологію активного балансира акумуляторної батареї електромобіля, яка додатково забезпечує балансування на рівні модулів, а також гнучку зміну способу балансування для його пришвидшення та збільшення надійності. Проведено моделювання швидкості балансування для різних топологій активних балансирів і підтверджено ефективність запропонованої топології для підвищення тривалості експлуатації та збільшення загального ресурсу акумуляторів.

Ключові слова: електромобіль, комірка, багатомодульна акумуляторна батарея, активне балансування, пасивне балансування.

Зі зростанням популярності електромобілів і збільшенням використання літєвих акумуляторів проблема утилізації та перероблення використаних батарей стає нагальною. Ресурс акумуляторів є ключовим показником, і він залежить від багатьох факторів, зокрема умов експлуатації та від деградації під впливом різних чинників. Дисбаланс комірок акумулятора є однією з основних причин його деградації, оскільки він призводить до нерівномірного зарядження та розрядження комірок, що вагомо впливає на загальний ресурс акумуляторних батарей [1]. Для балансування комірок використовується система керування акумуляторною батареєю (*battery management system*, BMS).

У цій роботі розглядаються шляхи поліпшення системи балансування акумуляторних батарей, що має позитивно впливати на тривалість експлуатації та загальний ресурс акумуляторів.

Розрізняють два основні типи балансування акумуляторних батарей — активне та пасивне. Пасивне балансування полягає у розряджанні більш заряджених комірок шунтуванням комірки резистором та розсіюванням зайвої енергії в тепло [2]. Такий тип балансування застосовується в усіх наявних на зараз електромобілях, але такий метод є неефективним та має обмеження у швидкості балансування [3]. Активний метод балансування передбачає перетікання енергії від більш зарядженої комірки до менш зарядженої [4]. Такий метод має високу ефективність, а також більшу швидкість балансування в умовах відсутності відводу тепла [5].

Акумуляторні батареї в електротранспорті та стаціонарних накопичувачах енергії мають велику кількість комірок та модульну архітектуру, через що виникає складність у використанні активних балансирів. Оскільки активне балансування розподіляє енергію між всіма комірками батареї, необхідно забезпечити можливість перетікання енергії від будь-якої комірки до іншої незалежно від того, де вони розташовані. Вочевидь, це ставить обмеження на модульність акумуляторних батарей, що може бути критичним в акумуляторів певної архітектури.

Аналіз наявних схем активного балансира на основі DC–DC-перетворювача дозволив запропонувати поліпшену схему активного балансира (рис. 1), що може замінити пасивні балансири в акумуляторних батареях електромобілів, які зараз експлуатуються, без внесення змін у їх конструкцію. Такий баланsir може балансувати комірки як всередині одного модуля акумуляторної батареї, так і відносно інших модулів цієї батареї шляхом обміну енергії із зовнішнім бортовим акумулятором електромобіля. Також ця схема повністю дубльована, що дозволяє зберігати працездатність у разі виходу одного чи більше компонентів з ладу, тобто вона є більш надійною. Окрім цього, схема може перелаштовуватись та балансувати акумуляторну батарею багатьма способами.

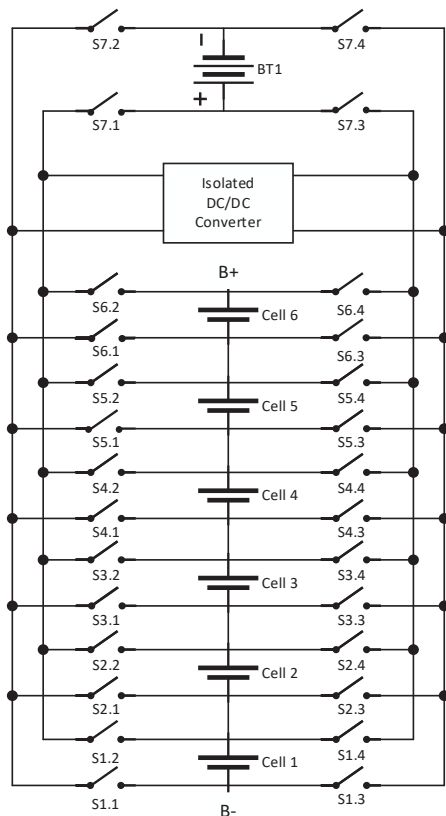


Рис. 1. Схема вдосконаленого активного балансира на основі DC–DC-перетворювача для застосування в багатомодульних акумуляторних батареях

Запропонована схема активного балансира має багато переваг та може бути застосована в багатомодульних акумуляторних батареях електромобіля без внесення зміни в їхню конструкцію.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Ліпко Д. О., Бондаренко О. Ф. Використання часткового зарядно-розрядного циклу акумуляторної батареї для збільшення її ресурсу, *Технологія та конструювання в електронній апаратурі*, 2023, № 3–4, с. 9–14, DOI: 10.15222/TKEA2023.3-4.09.
2. Kryvosheiev S., Styslo B., Makarov V. et al. Cell equalizer for series-connected lithium batteries. *2018 IEEE 3rd International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS)*, 2018, pp. 145–150. DOI: 10.1109/IEPS.2018.8559537.
3. Caspar M., Eiler T., Hohmann S. Comparison of active battery balancing systems. *2014 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC)*, 2014, pp. 1–8.
4. Jiang B., Liu Y., Huang X., Prakash R. R. A new battery active balancing method with supercapacitor considering regeneration process. *IECON 2020 The 46th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, 2020, pp. 2364–2369.
5. Ghaeminezhad N., Ouyang Q., Hu X. et al. Active cell equalization topologies analysis for battery packs: A systematic review, *IEEE Trans Power Electron*, 2021, vol. 36, no. 8, pp. 9119–9135.

D. O. Lipko, O. F. Bondarenko

Active balancer for multi-module batteries

The authors propose an improved topology of the active balancer for the electric vehicle battery, which provides additional balancing at the module level, as well as a flexible change in the balancing method to speed up the balancing process and increase its reliability. The balancing speed is modeled for different active balancer topologies, and the effectiveness of the proposed topology in increasing the service and the overall life of the battery is confirmed.

Keywords: electric vehicle, cell, multi-module battery, active balancing, passive balancing.

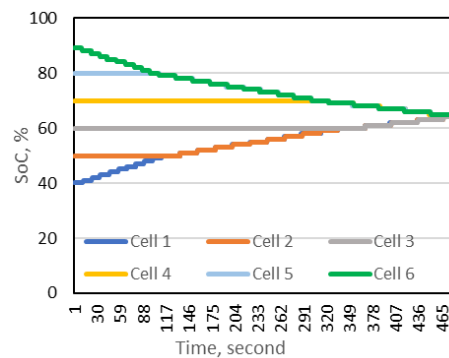


Рис. 2. Моделювання часу активного балансування шляхом перетікання енергії від комірки до комірки

Перетікання енергії в балансірі може відбуватися між комірками, між коміркою та модулем, між коміркою та декількома комірками, між коміркою та бортовим акумулятором електромобіля, декількома комірками та бортовим акумулятором, між модулем та бортовим акумулятором. Було зроблено моделювання швидкості балансування акумулятора із шести комірок різними методами за однакових початкових умов. Результати моделювання показали, що найкращим за швидкістю був метод перетікання енергії від комірки до комірки (процес балансування зображено на рис. 2).

Таким чином, заміна наявних зараз балансірів в акумуляторних батареях електромобілів з пасивним методом балансування на активний балансір може збільшити загальний ресурс акумуляторів та відтермінувати час їх утилізації.