

УДК 004.031.6:621.317.7

**В.П. Волоський, к.т.н. Ю.З. Лещин, Н.Р. Романишин**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА БАЛАНСУВАННЯ ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ**

**V.P. Voloskyi, Ph.D. Yu. Z. Leshchyshyn, N.R. Romanishyn**

**COMPUTER CONTROL SYSTEM AND BALANCING OF LITHIUM-ION BATTERIES**

Сучасні тенденції активного використання альтернативних джерел електричної енергії пов'язані із потребою зберігання енергії, оскільки генеруючі потужності працюють лише у певні моменти часу (наявність сонця, вітру, тощо). Одним із способів зберігання електричної енергії є використання літій-іонних акумуляторів. Такий тип акумуляторних батарей (АКБ) містить багато комірок, які для ефективного та тривалого використання, потребують контролю режимів заряду та розряду. Ці задачі покладені на систему контролю батареї (СКБ) (battery management system — BMS).

СКБ відслідковує режими заряду і розряду батареї, захищає її від перезаряду і перерозряду, що є критичними для літій-іонних акумуляторів. Також важливою задачею СКБ є балансування комірок батареї, що суттєво підвищує ефективність і тривалість використання батареї. Зокрема дану технологію найбільш активно використовують при розробці різноманітних рухомих засобів від безпілотників до електроавтомобілів (Nisan, Tesla та інші), що збільшує запас ходу до 20% [1].

Тому важливою задачею є побудова комп'ютерної системи контролю та балансування літій-іонних акумуляторних батарей, яка б не лише виконувала функції СКБ але й мала можливість обміну даними з контролером вищого рівня та гнучкого нарощення архітектури при збільшенні ємкості енергосховища.

Для побудови такої СКБ необхідно вирішити такі завдання: 1) забезпечити режими роботи батареї та її захист від перезаряду і перерозряду (вирішується існуючими мікросхеми чи алгоритмами); 2) забезпечити балансування комірок батареї, що є не простою задачею, оскільки існує багато алгоритмів балансування і вони потребують оптимального налаштування до параметрів літій-іонного акумулятора та його старіння в процесі експлуатації; 3) забезпечити гнучкість зміни архітектури при збільшенні ємкості АКБ шляхом застосування ієрархічної структури з обміном по протоколу CAN, SPI та ін. Найскладнішим є саме друге завдання.

Складність балансування полягає в тому що, найчастіше використовувані алгоритми пасивного балансування є простими і мають низьку точність, або складними і дають високу точність балансування. Існуючі алгоритми поділяють на такі, які базуються на: поточній напрузі комірки батареї, напрузі комірки при розімкненому колі Open-circuit voltage (OCV), і рівні заряду комірки State of charge (SoC).

Алгоритм, який базується на напрузі комірки батареї є легким в реалізації, але може бути не точним, оскільки в даному алгоритмі припускається, що всі послідовно включені комірки мають однаковий SoC, якщо напруга на їхніх клеммах є однаковою. Однак дане твердження буде хибним, якщо одна із комірок має більший внутрішній опір, а отже дасть менше енергії, на відміну від сусідньої комірки з меншим опором. І такий розбаланс може призводити до втрати більше 13% ємності АКБ [1].

Алгоритм, який базується на оцінці значення OCV передбачає, що заздалегідь, на випробувальному стенді отримано криві OCV та SoC для діапазону температур від -20 °C до +60 °C, які зберігаються в пам'яті мікроконтролера для визначення поточної енергії акумулятора за його напругою. Даний алгоритм є недосконалим, оскільки у зв'язку із старінням АКБ ємність кожної комірки змінюється по різному, що призведе до втрат енергії та прискорення старіння батарей. Розбаланс для такого алгоритму на початку експлуатації може бути не значним, але з часом він досягає 8% [1].

Алгоритм, який базується на оцінці значення SoC — це технічно найскладніший алгоритм балансування. Він базується на інформації про історію SoC кожної комірки та обчисленні часу, який необхідний для балансування кожної комірки на основі методики [1]. В результаті застосування цього алгоритму розбаланс комірок АКБ можна звести до 1.6% [1], однак він є складним в реалізації, оскільки необхідно з високою точністю рахувати накопичену енергію кожною коміркою та час балансування, зберігаючи величину енергії в процесі як заряду так і її розряду.

Оптимального балансування АКБ, що можна досягнути об'єднавши методи балансування за напругою та OCV. Цей модифікований алгоритм при старті системи визначає внутрішній опір кожної комірки. Якщо різниця внутрішніх опорів при однаковій напрузі більша допустимого значення, робота такої системи є неможливою бо комірка є надто деградованою і АКБ може не балансуватись, в іншому випадку система визначає внутрішню енергію комірок за допомогою таблиць OCV та розпочинає роботу. Старт балансування комірок відбувається, із початком зарядки АКБ. Балансуватимуться невеликими струмами усі комірки, які мають різницю напруг більшу за задане значення  $\Delta V$ . Балансування АКБ буде складати 75-100% часу зарядки.

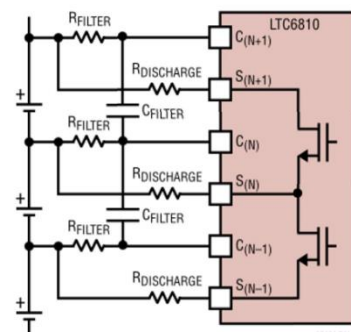


Рисунок 1 – Схема підключення акумуляторів до мікросхеми балансування

Такий, модифікований алгоритм доцільно використовувати при використанні сучасних спеціалізованих мікросхем типу LTC6810, особливо, якщо кола вимірювання напруг та балансування будуть незалежними, як це показано на рисунку 1.

Отже, СКБ, яка використовує модифікований алгоритм, що базується на об'єднанні двох існуючих алгоритмів. Балансування відбувається невеликими струмами протягом всього часу заряджання з досить високою точністю. Це зменшує витрати енергій на балансування, а також зменшує час балансування АКБ. Алгоритм розроблено спеціально для сучасних мікросхем балансування літій-іонних акумуляторів і є простим в реалізації. А його застосування для побудови систем зберігання електричної енергії та рухомих об'єктів з електричним приводом підвищує їх ефективність на 15-20% за рахунок повнішого накопичення і віддачі енергії АКБ. Сама ж АКБ матиме рівномірне старіння комірок, що підвищить її строк експлуатації. В подальшому необхідно визначити ефективність балансування запропонованого алгоритму у порівнянні з іншими подібними алгоритмами, що потребує спеціалізованого вимірювального обладнання з високою точністю.

### Література:

1. Fleischer C. Simulative comparison of balancing algorithms for active and passive cell balancing systems for lithium-ion batteries / C. Fleischer, B. Ostendorp, D. Uwe Sauer. – 802. – P. 9.