



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **151745** (13) **U**
(51) МПК (2022.01)
H01M 10/44 (2006.01)
H02J 7/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2021 07644	(72) Винахідник(и): Сєріков Георгій Сергійович (UA), Сєрікова Ірина Олексіївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 28.12.2021	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 08.09.2022	(73) Володілець (володільці): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA), Сєріков Георгій Сергійович, вул. Руслана Плоходька, 13-а, кв. 212, м. Харків, 61118 (UA), Сєрікова Ірина Олексіївна, вул. Руслана Плоходька, 13-а, кв. 212, м. Харків, 61118 (UA)
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 07.09.2022, Бюл.№ 36	

(54) СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БАЛАНСУВАННЯ ТЯГОВОЇ ЛІТІЙ-ІОННОЇ БАТАРЕЇ

(57) Реферат:

Спосіб підвищення ефективності балансування літій-іонної батареї включає визначення характерних ознак процесу балансування за допомогою сканування. Як визначальну ознаку використовують кількість надлишкової енергії елементів батареї під час заряджання джерелом струму. Вимірювання напруги здійснюють вольтметром, струму - амперметром. За допомогою системи керування контролюють момент попереднього включення індивідуальних балансирів.

UA 151745 U

UA 151745 U

Корисна модель належить до електротехнічної галузі, зокрема стосується методів і засобів обслуговування та перевірки технічного стану батарей на основі накопичувачів електричної енергії у вигляді акумуляторів, і може знайти застосування в автомобільній та авіаційній галузях промисловості для діагностування електричних накопичувачів без їхнього розбирання.

Існують відомі способи та пристрої для проведення діагностичних процедур та випробування.

Відомий спосіб заряду батареї з балансуванням, описаний у винаході (патент РФ на корисну модель RU № 2360334 С1 "Батарея химических источников тока с балансом напряжений" публ. 27.06.2009 Бюл. № 18), відповідно до якого, балансування напруги елементів батареї під час її заряду й розряду здійснюють перерозподілом енергії між парами суміжно підключених елементів у напрямку від більш зарядженого до менш зарядженого шляхом комутації між ними накопичувального дроселя.

Недоліком даного способу є збільшення часу балансування з ростом кількості елементів батареї, оскільки перенос енергії від більш зарядженого до менш зарядженого елемента відбувається шляхом почергового заряду/розряду проміжних елементів, те чим більше кількість елементів у батареї, тем довше триває їхнє балансування. Крім того, даний спосіб не дозволяє досягти повної рівності напруги заряду пари суміжно підключених елементів, тому що при заряді суміжного елемента частина напруги дроселя падає на р-п переході відкритого діода.

Відомий також спосіб експлуатації літій-іонної акумуляторної батареї (патент РФ на корисну модель № 2633533 С2 "Способ эксплуатации батареи накопителей электрической энергии", публ. 13.10.2017 Бюл. № 29), що полягає в проведенні зарядно-розрядних циклів, зберіганні в зарядженому стані й балансуванні елементів батареї по напрузі. Балансування елементів виконують шляхом заряджання від індивідуальних джерел напруги або струму й одночасного заряджання кожного елемента через однакові по опорі балансувальні резистори, досягають на елементі кінцева напругі заряду.

Недоліком даного способу є високий рівень втрат електроенергії, що розсіюється у вигляді тепла на балансувальних резисторах, необхідність підключення до зовнішнього джерела стабілізованої постійної напруги для здійснення балансування й складність технічної реалізації у зв'язку із застосуванням у даному способі трансформатора з п вторинними обмотками.

Найбільш близьким аналогом за своєю суттю до запропонованого є спосіб заряджання та балансування при експлуатації за патентом (Патент РФ на корисну модель № 2751995 С1 Способ эксплуатации батареи накопителей электрической энергии, публікація патенту: 21.07.2021 Бюл. № 21).

Суть цього способу полягає в тому, що розряд, заряд і зберігання в зарядженому стані проводять за допомогою контролю напруги й струму елементів батареї, при цьому елементи, що відмовили або досягли кінцевої напруги, виключають із батареї накопичувачів електричної енергії з п послідовно з'єднаних елементів без розриву струму в ланцюзі заряду або розряду. Балансування напруги на елементах здійснюють за допомогою шунтування елемента, що досяг кінцевої напруги заряду за допомогою ключових елементів від батареї до дводрової балансувальної шини для його розряду через паралельно підключений аналогічним чином елемент із мінімальною напругою.

Недоліком такого способу є необхідність організації допоміжної дводрової балансувальної шини та системи керування її комутаторами.

Загальним недоліком для зазначених способів є суттєва залежність часу балансування елементів від потужності комутуючих елементів та остаточного ресурсу елементів, внаслідок того, що процес балансування починається тільки при перенапрузі елементів.

Для усунення цих недоліків запропоновано спосіб балансування елементів батареї, що починає діяти в момент початку заряджання.

В основу способу поставлена задача - зменшення загального часу заряджання шляхом прогнозування швидкості зростання напруги на елементах батареї при заряджанні.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб підвищення ефективності балансування електричної батареї, згідно з яким визначають характерні ознаки процесу балансування за допомогою сканування, згідно з корисною моделлю, що як визначальну ознаку використовують кількість надлишкової енергії елементів батареї під час заряджання джерелом струму, причому вимірювання напруги здійснюють вольтметром, струму - амперметром, і таким чином за допомогою системи керування контролюють момент попереднього включення індивідуальних балансирів.

Запропонований спосіб представлений на кресленні Фіг. 1-2.

На Фіг. 1 показані залежності швидкості зростання напруги на елементах батареї $V_1 \dots V_n$ при заряджанні постійним струмом I_z в системи координат $V(t)$, де V - напруга, t - час. Вимірювання

миттєвих значень $V_1 \dots V_n$ за допомогою вольтметрів дає можливість визначити кількість загальної енергії, що потрапляє до елементів W_{en} . При цьому для кожного елемента процес заряджання поділяється на два етапи - заряджання до максимальної напруги та перевищення її при подальшому заряджанні. Таким чином визначення надлишкової енергії здійснюється підрахунком $\Delta W_{en} = W_{en} - W_{e0}$. Для цього напруга, вимірювана вольтметром, помножується на струм заряджання I_z , вимірюваний амперметром, та інтегрується за часом з моменту перевищення напруги. Інтегрування здійснюємо за допомогою обчислювального пристрою. Для вирівнювання напруги на елементах батареї необхідно позбавитися надлишкової енергії елементів ΔW_{en} . Оскільки максимальна потужність обмежена струмом, що визначає рівень теплогенерації на резисторах або комутуючих транзисторах, необхідно підвищувати час включеного стану балансира. Для цього індивідуальний баланsir пристрій керування включає заздалегідь, не очікуючи моменту перевищення напруги відповідного елемента. На Фіг. 2 показано процес вилучення надлишкової енергії в системі координат $W(t)$, де W - енергія, t - час. Для реалізації заданої функції система керування включає відповідні балансири в розрахований час. Це дає можливість перемістити (розсіяти в тепло у випадку пасивного балансування чи передати до сусідніх елементів у випадку активного балансування) розраховану ΔW_{en} , не перевищуючи потужність складових елементів баланsirів. Загальний час заряджання батареї при цьому не збільшується. Для підвищення якості розрахунку ΔW_{en} елемента застосовуємо модуль аналізу, що має дані про параметри заряджання елементів під час попередніх декількох заряджань. Таким чином, система балансування, що може бути побудована за запропонованим способом, самостійно корегує параметри роботи балансувальної системи залежно від дрейфу власних характеристик елементів батареї. Розрахунок параметрів баланsirів здійснюється системою вимірювання та управління за декілька процесів заряджання. Таким чином час наступного заряджання скорочується, а точність параметрів моделі баланsirної системи збільшується.

Загальними істотними ознаками найближчого аналога, що збігаються з істотними ознаками пропонованого способу, є постійне сканування характеристик елементів батареї - струму заряджання за допомогою амперметра та напруги за допомогою вольтметра на елементах в часовому просторі.

Відмітними ознаками запропонованого способу від найближчого аналога є наступні:

- як кваліфікаційну ознаку використовують розраховану енергію, що необхідно відібрати від елемента в процесі заряджання;
- можливість прогнозування остаточного ресурсу за допомогою аналізу зміни внутрішніх параметрів елементів батареї;
- запропонований спосіб дозволяє визначити загальний час заряджання батареї.

Фізична реалізація запропонованої корисної моделі дозволяє визначити технічний стан та остаточний ресурс батареї і як результат - суттєво підвищити надійність експлуатації та рівень технічного обслуговування.

Запропонований спосіб дозволяє реалізацію пристрою без застосування складних і дорогих компонентів та технологій.

Реалізація запропонованого способу не потребує втручання в електричні кола заряджання батареї, що контролюється.

Технічний результат - створення портативного й компактного пристрою, що інтегрується в загальну систему діагностики та обслуговування батареї накопичувачів енергії.

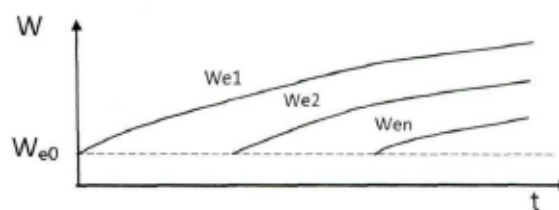
Запропонована корисна модель може забезпечити ефективність роботи, близьку до оптимальної.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб підвищення ефективності балансування літій-іонної батареї, згідно з яким визначають характерні ознаки процесу балансування за допомогою сканування, який **відрізняється** тим, що як визначальну ознаку використовують кількість надлишкової енергії елементів батареї під час заряджання джерелом струму, причому вимірювання напруги здійснюють вольтметром, струму - амперметром, і таким чином за допомогою системи керування контролюють момент попереднього включення індивідуальних баланsirів.



Фиг. 1



Фиг. 2