



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **155218** (13) **U**  
(51) МПК (2024.01)  
*H01M 10/44* (2006.01)  
*H02J 7/00*  
*H02J 7/02* (2016.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ  
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

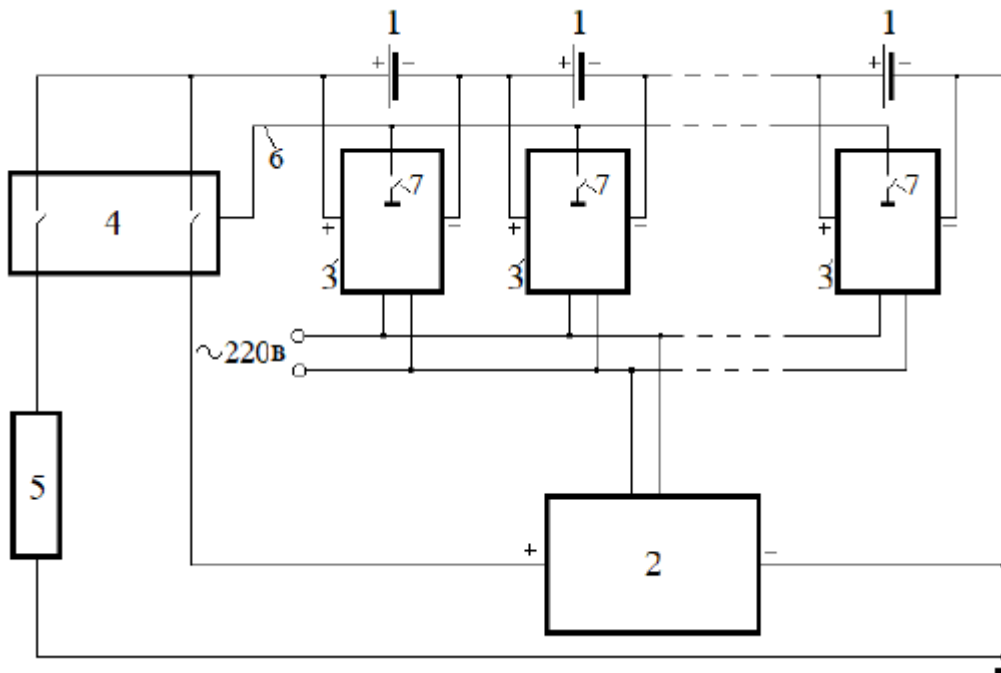
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2023 02281</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>15.05.2023</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>01.02.2024</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>31.01.2024, Бюл.№ 5</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Дзюбенко Олександр Андрійович (UA), Двадненко Володимир Якович (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA)</b></p> <p>(74) Представник: <b>Азарова Алла Володимирівна</b></p>
--	---

**(54) БАЛАНСУЮЧИЙ ЗАРЯДНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ**

**(57) Реферат:**

Балансуючий зарядний пристрій для літій-іонних акумуляторних батарей складається з послідовно з'єднаних комірок або груп паралельно з'єднаних комірок. Містить потужне спільне джерело постійного струму з обмеженням струму через батарею на рівні номінального зарядного струму акумуляторної батареї, а також блоки контролю та балансування напруги комірки або групи комірок акумуляторної батареї. Блоки контролю та балансування напруги для кожної комірки або групи комірок виконані у вигляді малопотужних зарядних пристроїв з обмеженням зарядного струму та стабілізацією вихідної напруги, вихід кожного з блоків контролю та балансування підключений до своєї комірки або групи паралельно з'єднаних комірок і кожен блок контролю та балансування має функцію контролю граничних значень максимальної та мінімальної напруги комірки або групи паралельно з'єднаних комірок, також має гальванічно розв'язаний замикач для передачі цієї інформації до загальної шини керування, підключеної до блока керування з функцією відключення потужного спільного джерела постійного струму або корисного навантаження акумуляторної батареї. Входи всіх малопотужних зарядних пристроїв з'єднані паралельно і підключені, при зарядці, до джерела електричної енергії.

UA 155218 U



Корисна модель належить до пристроїв для підвищення ефективності зарядного пристрою та зниження його нагріву, а саме до балансуєчого зарядного пристрою для літій-іонних акумуляторних батарей.

Різні типи акумуляторів мають особливості експлуатації. Розглянемо літій-іонні акумулятори, що найбільш широко застосовують для електромобілів. Завдяки високому електрохімічному потенціалу літію вони мають найвищу напругу одного елемента (однієї банки), отже, і високу питому енергію. Однак, через високу хімічну активність літію, необхідно уникати хімічних реакцій, що ведуть до появи металевого літію в акумуляторі. Для цього робота літійових акумуляторів заснована на процесах інтеркаляції та деінтеркаляції іонів у матеріали анода та катода.

В основі безпечної та ефективної експлуатації літій-іонних батарей лежить безперервний контроль за основними параметрами акумулятора, а також моніторинг історії заряду/розряду та фактичної ємності. При формуванні багатоелементної послідовно з'єднаної літій-іонної акумуляторної батареї виникає проблема розкидання напруги та рівнів заряду окремих акумуляторних комірок (банок) ("розбаланс банок"). Після досягнення хоча б на одній з комірок мінімальної критичної напруги, при розряді, необхідно відключити батарею від навантаження, оскільки подальший розряд спричинить порушення вимог експлуатації. Відповідно, при заряді, після досягнення хоча б на одній з комірок максимальної критичної напруги, необхідно відключити батарею від зарядки. У цьому випадку ємність батареї визначатимуть ємністю найслабшої комірки.

Таким чином, щоб підвищити експлуатаційні характеристики акумуляторних батарей, необхідно керувати розрядним та зарядним процесом акумуляторної батареї, а також забезпечити балансування комірок акумуляторів. Отже, актуальною задачею є розробка системи управління режимами батареї, тобто, розробка алгоритму заряду батареї, що складають з  $n$  акумуляторних комірок, що забезпечують оптимальне співвідношення накопиченої енергії та часових витрат на процес заряджання та балансування. У таких батареях, залежно від хімічного складу електродів і електроліту в акумуляторі, можуть бути різні межі зарядних і розрядних напруг і струмів.

Відомо пристрій балансування літій-іонних акумуляторних батарей, який розглянуто в роботі [Рыкованов А.С. Системы баланса Li-ion аккумуляторных батарей // Силовая электроника. 2009. № 1], в якому, при зарядці, після досягнення на якій-небудь комірці акумуляторної батареї граничної зарядної напруги, паралельно до неї підключають навантажувальний резистор. Через цей резистор проходить зарядний струм та деякий розрядний струм цієї банки. Через деякий час напруга на цій комірці зменшується до номінального рівня, при якому цей резистор відключають. Так відбувається вирівнювання напруг на всіх елементах батареї. Недоліком такого способу балансування є велика потужність, що розсіюється на навантажувальних резисторах, і зменшення ККД зарядки.

Найбільш близьким до корисної моделі, що заявляється, є пристрій балансування літій-іонних акумуляторних батарей, який розглянуто в роботі [Разработка устройства для контроля режимов работы тяговой аккумуляторной батареи / В.Я. Двадненко., Г.С. Сериков, О.Б. Пушкар // Автомобиль і електроніка. Сучасні технології. - 2020. - №18. - С. 85-90. - Режим доступу: <http://veit.khadi.kharkov.ua/article/view/218834/218490>], в якому при зарядці, після досягнення на якій-небудь комірці акумуляторної батареї граничної зарядної напруги, підключений до неї блок контролю та балансування перемикають в режим розряду, а зарядний струм акумуляторної батареї від потужного спільного джерела постійного струму відключають. Через цей блок контролю та балансування проходить розрядний струм тільки цієї комірки. Через деякий час напруга на цій комірці зменшується до рівня, при якому режим розряду цього блока контролю та балансування відключають і знову вмикають зарядний струм акумуляторної батареї від потужного спільного джерела постійного струму. Так відбувається вирівнювання напруг на всіх елементах батареї. Недоліком такого способу балансування є зменшення ККД зарядки.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення ККД зарядки.

Поставлена задача вирішується в балансуєчому зарядному пристрої для літій-іонних акумуляторних батарей, які складають з послідовно з'єднаних комірок або груп паралельно з'єднаних комірок, що містить потужне спільне джерело постійного струму з обмеженням струму через батарею на рівні номінального зарядного струму акумуляторної батареї, а також блоки контролю та балансування для кожної комірки або групи комірок акумуляторної батареї, згідно з корисною моделлю, застосовують блоки контролю та балансування напруги для кожної банки або групи банок, що виконані у вигляді малопотужних зарядних пристроїв з обмеженням зарядного струму та стабілізацією вихідної напруги, вихід кожного з блоків контролю та

балансування підключений до своєї комірки або групи паралельно з'єднаних комірок і кожен блок контролю та балансування має функцію контролю граничних значень максимальної та мінімальної напруги комірки або групи паралельно з'єднаних комірок, а також має гальванічно розв'язаний замикач для передачі цієї інформації до загальної шини керування, підключеної до

5 блока керування з функцією відключення потужного зарядного пристрою або відключення корисного навантаження акумуляторної батареї, входи всіх малопотужних зарядних пристроїв з'єднані паралельно і підключені при зарядці до джерела електричної енергії.

Технічним результатом корисної моделі, який вирішується зазначеними вище відмінними ознаками, є підвищення ефективності зарядного пристрою та зниження його нагріву, оскільки

10 потужність основного потужного зарядного пристрою та потужності всіх малопотужних балансуєчих пристроїв підсумовують, і всю цю потужність з урахуванням їх ККД використовують для зарядки акумуляторної батареї.

На кресленні зображена функціональна схема запропонованого зарядного пристрою, де позначено: 1 - комірку акумулятора; 2 - потужне спільне джерело постійного струму з

15 обмеженням струму через батарею на рівні зарядного номінального струму акумуляторної батареї (потужний зарядний пристрій, розрахований на повну напругу акумуляторної батареї); 3 - блок контролю та балансування для однієї комірки акумулятора; 4 - блок керування; 5 - корисне навантаження акумулятора; 6 - шина керування; 7 - гальванічно розв'язаний замикач.

Працює запропонований зарядний пристрій наступним чином.

20 При розрядженій акумуляторній батареї після ввімкнення зарядного пристрою починають заряд акумуляторної батареї загальним струмом потужного спільного джерела постійного струму 2, до якого на кожній комірці додають ще й струм її малопотужного зарядного пристрою блока контролю і балансування 3. Такий заряд продовжують до тих пір, поки, на будь-якій

25 комірці, напруга не досягне гранично-допустимої зарядної напруги, після чого блок керування відключає потужне спільне джерело постійного струму 2, за допомогою блока керування 4, але ті комірки, де ще не досягнуте граничне значення напруги заряду продовжують дозаряджатись від своїх малопотужних зарядних пристроїв. Таким чином зарядний пристрій переходить в режим балансування. Потужне спільне джерело постійного струму 2 відключають за допомогою

30 блока керування 4 тому, що керуючу шину 6 закорочують на спільний мінус в одному з блоків контролю та балансування 3 за допомогою гальванічно розв'язаного з банком замикача 7. Після цього заряд кожної комірки продовжують малим струмом від блоків контролю та балансування 3 у такому режимі балансування. Балансування може тривати будь-який час, оскільки, як і в мобільних пристроях, зарядний струм малопотужних зарядних пристроїв  $I_{зп}$  дорівнює:

$$I_{зп} = \frac{U_{зп} - U_{БА}}{R}$$

35 де  $U_{зп}$  - граничне стабілізоване значення напруги кожного малопотужного зарядного пристрою (блоків контролю та балансування), рівне гранично-допустимій зарядній напрузі комірки акумулятора  $U_{БА}$  - напруга на комірці акумулятора,  $R$  - опір зарядного ланцюга. Отже, зарядний струм прагне до нуля по мірі наближення напруги на комірці до його гранично допустимого значення, тому балансування покращують щоразу, коли є час потримати

40 достатньо довго акумуляторну батарею в режимі заряджання, наприклад при нічному заряді. Тому запропонований балансуєчий зарядний пристрій для літій-іонних акумуляторних батарей вимагає застосування відносно недорогих балансуєчих зарядних пристроїв малої потужності (блоків контролю та балансування), наприклад для акумуляторної батареї ємністю 100 А·год. значення потужності цих зарядних пристроїв достатньо близько 5-15 Вт на комірку. Такі

45 пристрої можуть бути виконані аналогічно до схемотехніки зарядних пристроїв стільникових телефонів, на основі спеціалізованих для цього застосування недорогих мікросхем.

При розряді акумулятора схеми контролю та балансування напруги для кожної комірки або групи комірок контролюють напругу на комірках і дають команду на відключення загального

50 розрядного струму, як тільки напруга хоча б на одній комірці знизиться до мінімально допустимого значення. Ця команда реалізується гальванічно розв'язаними замикачами 7 через шину керування 6 і надходить на блок керування 4. Блок керування 4 працює по-різному в режимах заряду і розряду. При роботі в режимі заряду, як було сказано вище, при надходженні сигналу по шині 6 відбувається відключення потужного зарядного пристрою, тим самим

55 запобігається недопустимий перезаряд комірок акумулятора. При роботі в режимі розряду, при надходженні сигналу по шині 6, блок керування 4 виконує відключення потужного корисного навантаження 5 і тим самим запобігає недопустимому перерозряду комірок акумулятора.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Балансуючий зарядний пристрій для літій-іонних акумуляторних батарей, що складається з послідовно з'єднаних комірок або груп паралельно з'єднаних комірок, що містить потужне спільне джерело постійного струму з обмеженням струму через батарею на рівні номінального зарядного струму акумуляторної батареї, а також блоки контролю та балансування напруги комірки або групи комірок акумуляторної батареї, який **відрізняється** тим, що блоки контролю та балансування напруги для кожної комірки або групи комірок виконані у вигляді малопотужних зарядних пристроїв з обмеженням зарядного струму та стабілізацією вихідної напруги, вихід кожного з блоків контролю та балансування підключений до своєї комірки або групи паралельно з'єднаних комірок і кожен блок контролю та балансування має функцію контролю граничних значень максимальної та мінімальної напруги комірки або групи паралельно з'єднаних комірок, а також має гальванічно розв'язаний замикач для передачі цієї інформації до загальної шини керування, підключеної до блока керування з функцією відключення потужного спільного джерела постійного струму або корисного навантаження акумуляторної батареї, входи всіх малопотужних зарядних пристроїв з'єднані паралельно і підключені, при зарядці, до джерела електричної енергії.
- 10
- 15

