

**Секція 8. ПРОЦЕСОРИ І МІКРОЕЛЕКТРОНІКА В
ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ. ПРОГРАМУВАННЯ
МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК І
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ. ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ
КЕРУВАННЯ ТА ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТРАНСПОРТНИХ
ЗАСОБІВ. ЕЛЕКТРОННЕ ОБЛАДНАННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ
І ІНШИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ БАЛАНСУВАННЯ ЛІТІЙ-ІОННИХ
АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ**

Гнатов Андрій Вікторович, докт. техн. наук, зав. каф. Автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Україна), e-mail: kalifus@khadi.kharkov.ua, ORCID: [0000-0003-0932-8849](https://orcid.org/0000-0003-0932-8849)

Аргун Щасяна Валіковна, докт. техн. наук, професор каф. Автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Україна); leading visiting researcher, Riga Technical University, (Latvia), e-mail: shchasyana@khadi.kharkov.ua, ORCID: [0000-0001-6098-8661](https://orcid.org/0000-0001-6098-8661)

Сохін Павло Андрійович, аспірант каф. Автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Україна), e-mail: info@elektrocar.com.ua, ORCID: [0000-0002-2823-2239](https://orcid.org/0000-0002-2823-2239)

Ульянець Ольга Анатоліївна, асистент каф. Автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Україна), e-mail: olgaulyanets@gmail.com, ORCID: [0000-0002-9384-4557](https://orcid.org/0000-0002-9384-4557)

Цимбал Дмитро Віталійович, студент автомобільного факультету Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Україна), e-mail: ae121tdv@stud.khadi.kharkov.ua, ORCID: [0009-0004-4542-4357](https://orcid.org/0009-0004-4542-4357)

Літій-іонні акумулятори використовуються не тільки в автотранспортній техніці, а й в різних пристроях вже на протязі двох десятиків років. Останнім часом їх почали використовувати, як накопичувачі енергії, для джерел безперебійного живлення. Цьому сприяло досягнення більш збалансованих показників ціни, питомої енергії, потужності, безпеки та надійності. Але, все-таки слід зазначити, що розвиток літій-іонної технології значною мірою стимулюється потребами ринку електромобілів та їх зарядної інфраструктури [1-4].

У даний час літій-іонні АКБ мають лише один серйозний недолік порівняно зі свинцево-кислотними акумуляторами - це капітальні витрати на однакову кількість енергії вдвічі-втричі більші через вищу вартість виготовлення та вартість системи керування АКБ.

Основними недоліками існуючих методів та систем балансування літій-іонних АКБ є доволі складний та заплутаний алгоритми роботи пристроїв балансування. Це призводить до ускладнення їх технічної реалізації і, як

наслідок, до ускладнення конструкції самої системи та пристроїв, що мають невисоку надійність та ККД роботи і значну собівартість [5, 6].

Метою даної роботи є вдосконалення методу роботи зарядно-розрядно-балансуючого пристрою зі спрощеним алгоритмом його реалізації та покращення співвідношення щодо ціни та якості пристрою, що реалізує пропонований метод.

Системи активного балансування при заряді-розряді літій-іонних АКБ.

Поставлену задачу пропонується вирішувати шляхом удосконалення методу балансування при заряді-розряді літій-іонних АКБ, що складаються з послідовно включених комірок літій-іонних АКБ (рис. 1).

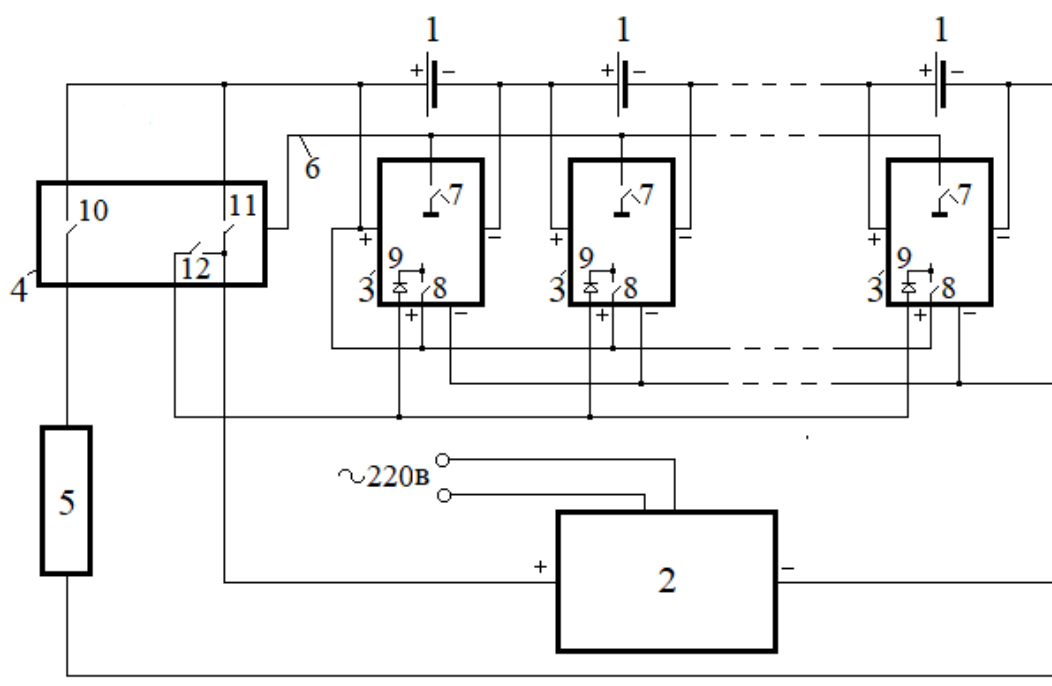


Рисунок 1 – Система активного балансування при заряді-розряді літій-іонних АКБ

На рис. 1 приведено наступні позначення: 1 - комірку літій-іонних АКБ; 2 – потужне ДЗС; 3 – індивідуальне джерело зарядного струму (ДЗС) з блоком контролю та балансування для однієї комірки літій-іонних АКБ; 4 – блок управління; 5 – корисне навантаження АКБ; 6 – керуюча шина; 7 – гальванічно розв’язаний замикач; 8 – контакти включення індивідуального джерела зарядного струму, 9 – розв’язуючий діод; 10 – контакти відключення навантаження; 11 – контакти відключення заряду; 12 – контакти включення режиму заряду для всіх індивідуальних джерел зарядного струму.

Кожна комірка отримує струм від свого індивідуального ДЗС 3, яке має блок контролю та балансування через контакти включення індивідуального ДЗС 8 та гальванічно розв’язаного діода 9, який з’єднується з контактами включення режиму заряду для всіх індивідуальних ДЗС 12. Цей процес триває

до того часу, поки напруга хоча б на одній комірці не досягне граничного значення. Після цього блок контролю та балансування індивідуального ДЗС 3 закриває контакти гальванічно розв'язаного замикача 7. Завдяки блоку управління 4, потужне ДЗС 2 відключається через контакти відключення заряду 11. У той час як загальний струм відключений, комірки літій-іонних АКБ, де напруга ще не досягла свого граничного значення, продовжують заряджатися від своїх індивідуальних ДЗС 3, кожне з яких має блок контролю та балансування. Після цього, зарядка кожної комірки літій-іонних АКБ триває при малому струмі від блоків контролю та балансування у режимі балансування. Під час розряду батареї, коли водій натискатиме на педаль акселератора, розрядний струм буде спрямовано на корисне навантаження АКБ 5 через контакти відключення навантаження 10. Балансування може тривати необмежений час, оскільки струм зарядки від невеликих зарядних пристроїв $I_{3П}$ визначається:

$$I_{3П} = \frac{U_{3П} - U_{БА}}{R},$$

де $U_{3П}$ – гранична стабілізована напруга кожного малопотужного зарядного пристрою, що дорівнює гранично-допустимій зарядній напругі комірки літій-іонних АКБ; $U_{БА}$ – напруга на банку акумулятора; R – опір зарядного кола.

Пропонований метод активного балансування під час заряду - розряду літій-іонних АКБ, який використовує балансуєчий зарядний пристрій, потребує економічних індивідуальних ДЗС, наприклад, для АКБ ємністю 100 А·год. Потужність цих зарядних пристроїв становить приблизно 5-15 Вт на комірку.

Висновки

Запропоновано метод активного балансування при заряді-розряді літій-іонних АКБ, приведено його схемну реалізацію, описано конструкцію та принцип роботи.

Використання запропонованого методу активного балансування під час заряду-розряду літій-іонних АКБ дозволяє спростити алгоритм роботи зарядно-розрядно-балансирующего пристрою, поліпшити його схемну та конструктивну реалізацію, підвищити надійність і ККД його роботи, а також покращити співвідношення щодо ціни та якості даного пристрою.

Література

1. Borodenko Y. M., Hnatov A. V., Arhun S. V., Sokhin P. A. (2023) Energy aspects of automobile transport development. *Automobile Transport*, (53). P.37-50.
2. Гнатів А. В., Аргун Ш. В., Гнатова Г. А., Сохін П. А. Переобладнання автомобіля з ДВЗ в електромобіль. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології.* – 2022. – № 21. – С. 22-30.
3. Borodenko Y., Ribickis L., Zabasta A., Arhun Shch., Kunicina N., Hnatova H., Hnatov A., Patlins A. Konstantins Kunicins. Using the Method of the Spectral Analysis in Diagnostics of Electrical Process of Propulsion Systems Power Supply in Electric Car. *Przeglad Elektrotechniczny.* - 2020. - R96. – 10. – P. 47-50.

4. S Arhun, Yu Borodenko, A Hnatov, A Popova, H Hnatova, N Kunicina, A Ziravecka, A Zabasta, L Ribickis. Choice of Parameters for the Electrodrive Diagnostic System of Hybrid Vehicle Traction //Latvian Journal of Physics and Technical Sciences. – 2020. – Т. 57. – №. 4. – С. 3-11.

5. Патент на корисну модель 155218 Україна, H01M 10/44, H02J 7/00, H02J 7/02. Балансуючий зарядний пристрій для літій-іонних акумуляторних батарей / Дзюбенко О. А., Двадненко В.Я.; заявник та патентовласник Харківський нац. автом.-дорожн. ун.-т.– № а202302281; заявл. 15.05.2023; опубл. 31.01.2024, Бюл. №5.

6. Hnatov, A., Arhun, S., & Ponikarovska, S. (2017). Energy saving technologies for urban bus transport. International journal of automotive and mechanical engineering, 14, 4649-4664.

ПРОГНОСТИЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ В АВТОМОБІЛЬНОМУ СЕРВІСІ: ВИКОРИСТАННЯ IOT TA BIG DATA

Грицук Валерій Юрійович, аспірант,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: valeri.gritsuk@gmail.com, ORCID: [0000-0002-3780-7815](https://orcid.org/0000-0002-3780-7815)

Грицук Юрій Валерійович, к.т.н., доцент,
Донбаська національна академія будівництва і архітектури,
e-mail: yuri.gritsuk@gmail.com, ORCID: [0000-0003-3389-1172](https://orcid.org/0000-0003-3389-1172)

Прогностичне (предиктивне) обслуговування в автомобільному сервісі відіграє важливу роль, оскільки воно дозволяє передбачити потенційні проблеми з автомобілем до того, як вони стануть серйозними. Це, в свою чергу, може допомогти знизити витрати на ремонт, покращити безпеку та збільшити продуктивність.

На поточний момент на більшості підприємств використовуються наступні системи технічного обслуговування [1, 2]:

Run-to-failure (RtF), або реактивне обслуговування – це стратегія, за якої обслуговування проводиться тільки після того, як виникає збій. Цей метод широко використовується, коли неполадки устаткування не мають значного впливу на продуктивність або роботу. Проте саме такий підхід може викликати незаплановані простої та більш високі витрати.

Планове профілактичне обслуговування (PvM) – це стратегія обслуговування, яка базується на часі і передбачає виконання запланованих дій для запобігання відмовам устаткування та аваріям до їх виникнення. Це обслуговування проводиться регулярно, доки устаткування працює, щоб запобігти його несподіваній відмові. З точки зору складності, ця стратегія обслуговування знаходиться між запуском до відмови та прогностичним обслуговуванням.