

ЗБІЛЬШЕННЯ РЕСУРСУ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ ПРИ ЧАСТКОВОМУ ВИКОРИСТАННІ ЗАРЯДНО-РОЗРЯДНОГО ЦИКЛУ

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

Досліджено вплив обмеження глибини розряду акумуляторної батареї на її ресурс. Проаналізовано середньостатистичний денний пробіг електромобіля в Україні та інших країнах і встановлено, що він значно менший за запас ходу будь-якого серійного електромобіля. Дослідження показали, що у разі обмеження глибини розряду величиною 50% ресурс батареї можна збільшити приблизно на 20%. Розглянуто шляхи модернізації перетворювачів електроенергії, що забезпечують керування процесами заряду-розряду електромобіля з точки зору збільшення ресурсу акумуляторної батареї без запровадження обмежень для користувача.

Ключові слова: акумуляторна батарея, рівень заряду, ресурс акумуляторної батареї, зарядно-розрядний цикл, електромобіль.

Останніми роками електротранспорт та зелена енергетика активно розвиваються, що призвело до значного збільшення виробництва акумуляторних батарей на основі літію. Одною з найбільших проблем електротранспорту є утилізація акумуляторних батарей із вичерпаним ресурсом. Технології утилізації, які використовуються зараз, є дуже дорогими. Тому акумуляторні батареї із вичерпаним ресурсом накопичують у сховищах в очікуванні часу, коли будуть розроблені й реалізовані на практиці технології їх перероблення [1], прийнятні з точки зору фінансових витрат і впливу на екологію. За таких умов корисним буде збільшення ресурсу акумуляторних батарей, що дозволить не тільки знизити вартість експлуатації та збільшити загальний пробіг електротранспорту, а й відкласти у часі проблему їх утилізації.

Огляд літературних джерел дозволив узагальнити дані щодо середньодобового пробігу середньостатистичного електромобіля в різних країнах світу [2, 3]. Аналіз цих даних, показав, що середньостатистичний користувач проїжджає за добу не більше 50 км, що менше запасу ходу будь-якого серійного електромобіля, тобто за добу у більшості випадків повна ємність акумуляторної батареї електромобіля не використовується. Водночас результати роботи [4] показали, що обмеження глибини розряду акумуляторної батареї збільшує кількість зарядно-розрядних циклів.

Метою цієї роботи є оцінка можливостей збільшення ресурсу акумуляторної батареї при частковому використанні зарядно-розрядного циклу.

Ресурс акумуляторної батареї прийнято вимірювати кількістю циклів розряду-заряду, але його можна також представити у вигляді загальної кількості енергії, яку акумуляторна батарея віддала впродовж всього терміну експлуатації. Для того щоб зробити висновок про вплив обмеження глибини розряду акумуляторної батареї на приріст її загального ресурсу, необхідно зробити перерахунок кількості часткових циклів розряду-заряду у відповідну кількість повних циклів. Такий перерахунок дозволив встановити, що у разі обмеження глибини розряду величиною 50% приріст загального ресурсу може досягати 20%.

Обмеження глибини розряду акумуляторної батареї позитивно впливає на її ресурс, але зі зменшенням глибини розряду збільшується варіативність діапазонів рівня заряду, в яких відбувається це обмеження. Як показав аналіз результатів дослідження [5], на кількість життєвих циклів впливає не тільки глибина розряду, а й діапазон, в якому відбувається частковий зарядно-розрядний цикл акумуляторної батареї, що видно на рис. 1. Із використанням первинних даних роботи [5] були виконані розрахунки, результати яких в графічному вигляді представлені на рис. 2. Аналіз отриманих результатів підтвердив гіпотезу, що при однаковій глибині розряду існує можливість вибору певного діапазону на зарядно-розрядних характеристиках, де забезпечуватиметься відчутний приріст загального ресурсу акумуляторної батареї. Діапазон, в якому акумулятор заряджається до 100% ємності, гірше впливає на ресурс, ніж той, що знаходиться ближче до середини рівня заряду.

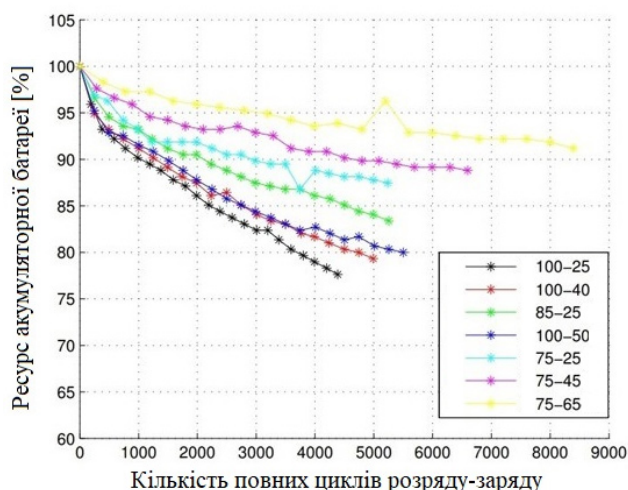


Рис. 1. Залежність ресурсу акумуляторної батареї від кількості циклів розряду-заряду в різних діапазонах рівня заряду за температури 20°C

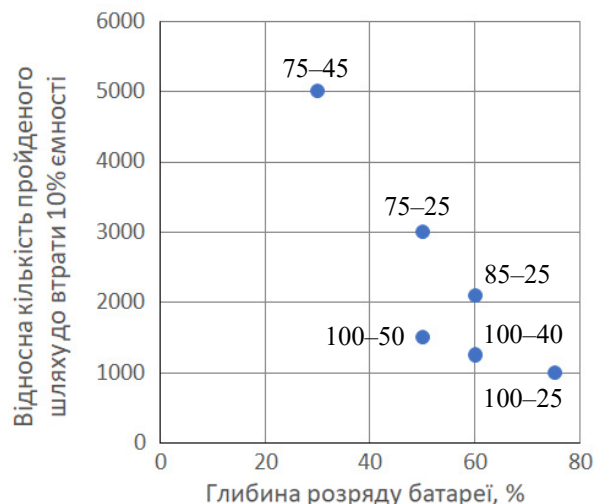


Рис. 2. Відносна кількість пройденого шляху до втрати 10% ємності акумулятора при певній глибині розряду батареї в певному діапазоні рівня заряду

Таким чином, обмеження діапазону, в якому відбувається зарядно-розрядний цикл акумуляторної батареї, а також вибір на цих характеристиках області, де саме він буде відбуватись, позитивно впливає на збільшення їхнього ресурсу. Власники електромобілів та іншого електротранспорту з запасом ходу, більшим їхнього добового пробігу, можуть використовувати частковий зарядно-розрядний цикл акумуляторної батареї залежно від своїх потреб, тим самим суттєво збільшуючи ресурс акумуляторної батареї електромобіля. Надалі необхідно розробити автоматичну систему на основі нейромереж та штучного інтелекту, які будуть без участі користувача прогнозувати дальність поїздки й враховувати комплекс факторів, що впливають на споживання електроенергії, та на основі результатів цього прогнозу обирати доступну для користувача ємність акумуляторної батареї й оптимальні умови реалізації зарядно-розрядного циклу.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Вуллакотт Е. Що буде зі старими акумуляторами від електромобілів, *BBC News Україна*, 2.05.2021, <https://www.bbc.com/ukrainian/features-56927625> (03.04.2023)
2. Новицький О. На який реальний пробіг варто розраховувати, купуючи вживане авто. *AUTO.RIA.com*, 30.01.2019, https://auto.ria.com/uk/news/first_auto/241867/na-kakoj-realnyj-probeg-stoit-rasschityvat-pokupaya-b-u-avtomobil.html (03.04.2023)
3. Pearre, N.S., Kempton, W., Guensler R. et al. Electric vehicles: How much range is required for a day's driving? *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 2011, 19(6), pp.1171–1184, doi:10.1016/j.trc.2010.12.010
4. Saldaña G., Martín J. I. S., Zamora I. et al. Empirical Electrical and Degradation Model for Electric Vehicle Batteries. *IEEE Access*, vol. 8, pp. 155576-155589, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3019477.
5. Xu B., Oudalov A., Ulbig A. et al. Modeling of Lithium-Ion Battery Degradation for Cell Life Assessment, *IEEE Transactions on Smart Grid*, 2018, vol. 9, no. 2, pp. 1131–1140, doi: 10.1109/TSG.2016.2578950.

D. Lipko, O. Bondarenko

Increasing battery life by partially using the charge-discharge cycle

The study investigated the impact of depth of discharge limitation on the lifespan of an accumulator battery. The average daily range of electric vehicles was analyzed in Ukraine and other countries, and it was found to be significantly lower than the range of any serial electric vehicle. The results showed that by limiting the depth of discharge to 50%, the battery lifespan could be increased by approximately 20%. Ways to upgrade power converters that control the charging and discharging processes of electric vehicles were considered from the perspective of increasing the accumulator battery lifespan without imposing restrictions on the user.

Keywords: accumulator battery, state of charge, battery lifespan, charge-discharge cycle, electric vehicle.