

Сітовський О.П., к.т.н., доц.; Кацуба А.М.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Розглянуто різні типи тягових накопичувачів енергії для руху КТЗ з електричним приводом. Виконаний порівняльний аналіз різних типів літійових батарей, як існуючих так і перспективних, та суперконденсаторів

З кожним роком у світі зростає кількість колісних транспортних засобів (КТЗ). Особливо швидкими темпами розвивається виробництво і продаж електромобілів. Розширюється продаж таких автомобілів і в межах України.[1]. Одним з основних факторів, який впливає на продажі електричних транспортних засобів є величина запасу ходу на одній зарядці тягових АКБ, так, пробіг електромобіля Smart декларується на рівні 145 км, але в найближчому майбутньому буде подвоєний. По мірі розвитку парку електромобілів зростає і кількість накопичувачів енергії (тягових батарей), які знаходяться в експлуатації.

Але по проблемах заряду та збереження енергії для КТЗ з електричним приводом продовжуються дискусії. На сьогоднішній день найбільшої популярності набувають літій залізо-фосфатні батареї. Вони мають від 1000 до 2000 циклів заряду-розряду при 6-7 роках працездатності [2].

Наступним кроком у забезпеченні енергією електромобілів є випуск літій-титанових батарей [3]. Вони мають збільшену кількість циклів – до 10000 і збільшений струм заряду-розряду, що дає можливість більш інтенсивного використання таких батарей на КТЗ.

Перспективними є сірковмісні акумуляторні батареї. Так, дослідники з Національної лабораторії Оаг-Рідж (ORNL) із США розробили нову конструкцію літій-сірчаних батарей з твердим електролітом. Застосування твердого електроліту підвищує стабільність показників батареї під час експлуатації порівняно із батареями із рідким електролітом, що дозволяє підвищити число циклів заряд-розряд. Ці АКБ є перспективними з огляду на застосування в КТЗ тому, що при значному здешевленні виробництва можуть накопичувати більшу енергію ніж традиційні літій-іонні батареї. Так уже розроблені дослідні зразки Li-S акумуляторів, які після 300 циклів мають питому ємність 1,2 А·год/г, що набагато більше ніж у літій-іонних (0,15 А·год/г).

Одним із наступних кроків у розробці джерел енергії для електромобілів є налагодження виробництва і здешевлення суперконденсаторів. Вони забезпечують швидкий заряд-розряд, але мають високу вартість і низьку питому ємність. В повній мірі застосовувати суперконденсатори в «чистому» вигляді найближчим часом не буде можливості. Але при оптимальному поєднанні суперконденсаторів з акумуляторними батареями можна буде суттєво покращити експлуатаційні характеристики силових енергетичних установок.

Так при застосуванні такої комбінації можна буде при зменшенні загальної тягової ємності батареї збільшити миттєву потужність, яка необхідна для динамічного руху КТЗ (розгін, гальмування, рух з короткочасними збільшеними навантаженнями). Також можна підвищити швидкість заряду батарей, покращити режими роботи батарей при рекуперації енергії під час гальмування КТЗ.

Але при своїх гарних енергетичних характеристиках, батареї даного типу є досить делікатними до режимів заряду і напруги заряду. Такі властивості батарей вимагають безумовного встановлення в коло заряду спеціальних приладів - балансірів для контролю режимів заряду, розряду літійових батарей.

Порівняльні характеристики наведених джерел електричної енергії представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Характеристики джерел електричної енергії для електромобілів

Функція	LiFePO ₄	Li-Ti	Li-S	Суперконденсатор
Час заряду	60 хв.	10 хв.		1-10сек.
Число циклів	1000-2000	10 000	Більше 500	1000 000
Напруга, V	3,6-3,7	2,5	2,0	2,7
Питома ємність, W·h/kg	80-150	60-105	860	5
Питома потужність, W/kg	1000-3000			10 000
Вартість, \$/W·h	0,5-1,00	1,2	-	20
Тривалість роботи на КТЗ, років	6	7-10	-	10-15
Робоча температура	-20 +60			-40 +60

У даному дослідженні було виявлено, що оптимальним на сьогоднішній день є LiFePO₄ батареї, які при достатній питомій ємності мають відносно низьку вартість.

Велика кількість циклів заряд-розряд LiTi батареї дає суттєве зниження вартості перенесеної енергії. Але надзвичайно велика кількість циклів може призвести до того, що ресурс батареї буде не в повній мірі використовуватись протягом заявленого терміну експлуатації.

Наявної інформації, щодо LiS батареї ще не є достатньою для об'єктивної оцінки їх якостей.

Подальші дослідження та розробки виробників АКБ можуть суттєво знизити вартість батареї та конденсаторів, що в загальному призведе до зниження вартості КТЗ.

Список літературних джерел

1. В Украине появится новый электрический Smart [Електронний ресурс] URL: <http://drive-news.net/v-ukraine-poyavitsya-novyj-elektricheskij-smart/> (Дата звернення: 18.03.2016).

2. [Jeff Kerns](#) What's the Difference Between Batteries and Capacitors? Machine Design [Електронний ресурс] URL: <http://machinedesign.com/batteriespower-supplies/what-s-difference-between-batteries-and-capacitors> (Дата звернення: 19.03.2016).

3. Lithium–titanate battery [Електронний ресурс] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium%E2%80%93titanate_battery (Дата звернення: 18.10.2015).

4. The Lithium Ion Battery Market. Supply and Demand ARPA E RANGE. Conference January 28, 2014. Sam Jaffe Senior Research Analyst [Електронний ресурс] // http://www.arpa-e.energy.gov/sites/default/files/documents/files/Jaffe_RANGE_Kickoff_2014.pdf. (Дата звернення: 18.10.2015).

Сітовський Олег Пилипович – к.т.н., доцент, доцент кафедри «Автомобілі і транспортні технології», Луцький національний технічний університет.

Кашуба Андрій – асистент кафедри «Автомобілі і транспортні технології», Луцький національний технічний університет.