

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Олійник В.Ю., Баглей І.С., магістранти, Приймак Б.І., к.т.н., доц.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Використання транспортних засобів з електроприводом дозволяє значно збільшити ефективність перетворення енергії, суттєво спростити конструкцію транспортних засобів та знизити шкідливі викиди речовин в навколишнє середовище.

Вибір необхідного джерела живлення для тягового електродвигуна є важливим питанням конструювання електротранспорту. Некоректний вибір може призвести до погіршення ефективності перетворення енергії, збільшення маси транспортного засобу або зменшення терміну його експлуатації.

Мета роботи – здійснення порівняльного аналізу різних джерел живлення електричного транспорту, виявлення їх переваг та недоліків.

Матеріали і результати досліджень. Для проведення аналізу розглянемо основні накопичувачі енергії, результати порівняння наведені нижче.

В наш час основними накопичувачами енергії в автономному електротранспорті є:

- а) Акумулятори;
 - б) Супер конденсатори або іоністори;
 - в) Паливні елементи.
- Г) *Акумулятори.*

Електричний акумулятор – це джерело електричної енергії, що використовує перетворення хімічної енергії в електричну. Основна особливість полягає в зворотності внутрішніх хімічних процесів, що забезпечує його неодноразове циклічне використання (заряджання/розряджання) для накопичення енергії та автономного живлення різних електричних пристроїв і обладнання, а також для забезпечення резервних джерел енергії в медицині, виробництві та в різних галузях промисловості.

Ємність акумулятора може бути відновлена шляхом заряджання, тобто пропусканням електричного струму в напрямку, протилежному напрямку струму при розряджанні. Якщо об'єднати декілька акумуляторів в один електричний ланцюг, то отримуємо акумуляторну батарею [1].

Розрізняють кислотні (свинцеві), лужні акумулятори та літій-іонні.

Кислотні акумулятори мають високу номінальну напругу (2 В), не великий внутрішній електричний опір та відносно високий ККД (до 85%). Але й порівняно невеликий термін роботи та незадовільну роботу при низьких і високих температурах, що обмежує їх застосування в холодних країнах.

Лужні акумулятори мають деякі переваги перед кислотними: вони мають більшу міцність, не такі чутливі до перевантажень, задовільно працюють в широкому діапазоні температур.

Основні недоліки: порівняно низький ККД (приблизно до 60 %) і низька напруга (~1,2 В). Акумуляторні батареї даного типу встановлюються, як правило, в електровозах та пасажирських вагонах [2].

Літій-іонні акумулятори (Li-Ion) – тип електричного акумулятора, який поширений в сучасній електротехніці і застосовується як джерело енергії в електричному транспорті та накопичувачах енергії.

До переваг літій-іонних акумуляторів можна віднести: високу ємність та низький саморозряд.

Характеристики літій-іонних акумуляторів залежать від хімічного складу і варіюються в наступних межах:

- Напруга одного акумулятора: 3...7 В;
- Питома ємність: 110 ... 243 Вт·год/кг;
- Робоча температура: від -20 °С до +60 °С

II) *Супер-конденсатори або іоністори*. Це електрохімічний пристрій – конденсатор з обмеженим або необмеженим електролітом, обкладками (електродами) в якому є подвійних шар на межі розділення електроду та електроліту. За характеристиками займає проміжне місце між конденсатором та хімічними джерелами струму [3].

Переваги:

- Мають високий струм заряджання/розряджання;
- Велика кількість циклів заряджання/розряджання;
- Мала вага в порівнянні з електролітичними конденсаторами подібної ємності;
- Низька токсичність матеріалів;
- Висока ефективність (ККД більше 95%);
- Не мають полярності;
- Працюють з робочою температурою -30 °С до +60 °С;
- Простота зарядного пристрою;
- Висока перевантажувальна здатність.

Недоліки:

- Високий внутрішній опір;
- Питома енергія менша, ніж у традиційних джерелах (1-3 Вт·год/кг при 30-40 Вт·год/кг для батарейок);
- Низька робоча напруга (приблизно 2-2,5 В);
- Мають порівняно високу ціну;
- Значно більший, у порівнянні з акумуляторами саморозряд;
- Напруга залежить від ступеня зарядженості.

У табл. 1 представлені порівняльні характеристики різних типів акумуляторів та іоністорів.

Таблиця 1 – Порівняльні характеристики накопичувачів енергії

Тип накопичувача	Акумулятори			Електрохімічні конденсатори
	Кислотні	Лужні	Літій-іонні	
Показники				
Питома енергія, Вт-год/кг	20...40	15...80	80...220	2...10
Максимальна питома потужність, Вт / кг	100...300	500...1300	800...3000	1500...12000
Ресурс, цикл	100...400	300...2000	500...2500	>1млн.
Термін служби, років	2...10	2...15	5...10	>20
Робоча температура, °С	-30...45	-40...60	-30...60	-50...70
ККД, %	70...85	65...80	80...95	>90
Обслуговування	Потребується		Ні	Ні
Ціна, дол / кВт (номінальної потужності)	50...150	75...400	200...400	1000...2000

III) *Паливні елементи*. Живлення від таких елементів подібне на батарейне живлення. Паливний елемент – це електрохімічний пристрій, що призначений для генерування електроенергії за рахунок хімічних реакцій з речовинами, що поступають в нього з зовні. В якості пального, як правило, використовуються водень. Перевагами цього накопичувача є висока питома енергоємність, енергетична ефективність та екологічність. До недоліків можна віднести високу вартість обладнання, відсутність необхідної інфраструктури та проблеми зі зберіганням та генерацією водню [4].

Висновки. Аналіз джерел живлення в електричних транспортних засобах засвідчує, що найкращим варіантом на сьогодні є живлення від суперконденсаторів. Проте внаслідок їх великої вартості на сучасному рівні розвитку технологій в гібридних та електричних транспортних засобах найбільшого розповсюдження набули акумуляторні батареї на базі літій-іонних акумуляторів.

Перелік посилань

1. Преобразователи частоты Rexroth Fe. [Електронний ресурс]: http://www.techvitas.lt/images/saito_pav/prod_gam_pram/produktu_grupes/automatika/daznio_keit_ikliai/Daznio_ketikliai_PDF/Fe_Daznio_keitiklio_vartotojo_vadovas.pdf
2. Zoran S. New Generation of Electric Vehicles / Stevic Zoran., 2012. – 384 с.
3. Larminie J. Electric Vehicle Technology Explained / J. Larminie, J. Lowry. – West Sussex: John Wiley & Sons Ltd, 2014. – 296 с.
4. Soylu S. Electric Vehicles - The Benefits and Barriers / Seref Soylu. – Rijeka, Croatia: InTech, 2012. – 252 с.
5. Eshani M., Gao Y., Emadi A. Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design, CRC Press, 2015.