

FRI-216-1-TS(S)-05

COMPARISON OF ELECTRIC BATTERIES ACCORDING TO SOME OPERATIONAL PROPERTIES⁹¹

Principal Assist. Prof. Milen Sapundzhiev, PhD

Department of Philological and Natural Sciences, Silistra Branch,
University of Ruse "Angel Kanchev"
E-mail: milenvs@abv.bg

Principal Assist. Prof. Valentin Manev, PhD

Department of Philological and Natural Sciences, Silistra Branch,
University of Ruse "Angel Kanchev"
E-mail: vmanev@mail.bg

Abstract: *This report compares some of the main performance properties of electric batteries used to drive electric vehicles.*

Keywords: *transport, vehicles, electric batteries*

JEL Codes:

Сравнение на електрически батерии по някой експлоатационни свойства

В този доклад се прави сравнение на някой от основните експлоатационни свойства на електрическите батерии използвани за задвижване на електромобили.

УВОД

В последното десетилетие все повече навлиза използването на електрически и хибридни автомобили. Това налага бързото развитие на технологии, които да осигуряват по-ниска себестойност на превозното средство и по-голям преход с едно зареждане.

Освен усъвършенстването на електродвигателите и тяхното управление, важен фактор за намаляване разхода на електрическа енергия са характеристиките на акумулаторната батерия, защото цената на един електромобил се определя до голяма степен от размера на батерията.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Акумулаторните батерии, които могат да се използват като източник на енергия в електромобилите са:

- оловни;
- никел-кадмиеви;
- никел-металхидридни;
- литий-йонни;
- литий-полимерни;
- метал-въздушни;
- натрий-серни;
- натрий-металхлоридни.

⁹¹ Докладът е представен на заседание на секция „Технически науки“ на 62-та международна научна конференция „Нови индустрии, дигитална икономика, общество – проекции на бъдещето – VI“, проведена във Филиал – Силистра на Русенски университет „А. Кънчев“, на 27 октомври 2023 с оригинално заглавие на български език: СРАВНЕНИЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ БАТЕРИИ ПО НЯКОЙ ЕКСПЛОАТАЦИОННИ СВОЙСТВА

Като основен показател за ефективността на електромобила се приема характеристиката на акумулаторната батерия. Изборът на акумулаторната батерия най-съществено влияе върху икономичните показатели на електромобила.

За да се направи сравнение на акумулаторните батерии е необходимо да се познават техните основни параметри, които са:

- капацитет;
- специфична мощност;
- специфична енергия;
- енергийна плътност;
- коефициент на полезно действие;
- вътрешно съпротивление;
- саморазреждане;
- работна температура;
- срок на експлоатация.

Капацитетът е количеството електричество в Ah, което акумулаторна батерия отдава при разреждането си от пълно зареждане до крайното напрежение. Това напрежение за различните акумулаторни батерии е различно. Колкото по-голям е разрядният ток, толкова по-малък ще е капацитетът на акумулатора.

На практика пълният капацитет на батерията никога не може да бъде реализиран, тъй като има значителен принос към теглото на неактивни компоненти като свързващи вещества и проводящи частици, сепаратори и електролити и токоотводи и субстрати, както и опаковки.

Специфичната мощност е мощността, която може да се извлече за единица тегло на клетката в W/kg. От нея зависят основно динамичните свойства на електромобила и до голяма степен определя масата на електромобила.

Специфичната енергия е енергията, която може да бъде получена за единица маса в Wh/kg. От нея зависи пробегът на електромобила с едно зареждане на акумулаторната батерия.

Както токът, така и напрежението могат да варират в рамките на един цикъл на разреждане и по този начин получената специфична енергия се изчислява чрез интегриране на произведението на тока и напрежението във времето. Времето за разреждане е свързано с прага на максималното и минималното напрежение и зависи от състоянието на наличност на активните материали и/или избягването на необратимо състояние за акумулаторна батерия.

Енергийната плътност е енергията, която може да се извлече спрямо единица обем на акумулатора Wh/m³ (Wh/l). Този параметър е от значение, тъй като местата за вграждане на акумулаторната батерия са ограничени.

Коефициентът на полезно действие е отношението на отдадената към вложената електрическа енергия при разреждане и зареждане на батерията.

Вътрешното съпротивление оказва влияние на ефективния капацитет на акумулаторната батерия. При по-голямо вътрешното съпротивление са по-големи загубите при зареждане и разреждане, но при по-малко вътрешно съпротивление се увеличава скоростта на саморазреждане.

Саморазреждането е явление, при което капацитетът на акумулаторната батерия намалява без да бъде използвана. То основно зависи от типа на акумулаторната батерия и условията на експлоатация.

Работната температура за повечето акумулаторни батерии е на околната среда. За някои акумулаторни батерии е необходимо отначало да се затоплят, а по време на експлоатация да се охлаждат.

Срокът на експлоатация на акумулаторната батерия ориентировъчно може да се измерва в брой цикли зареждане - разреждане, през които батерията няма да влоши показателите си под определени граници. Най-често границата е 80% от първоначалния капацитет, след което се приема, че батерията не е удачно да се използва в мобилно средство.

Освен от броя цикли срокът на експлоатация на акумулаторната батерия зависи от начина на използването ѝ. Някои от причините той да се намали значително могат да бъдат:

- Прекомерно зареждане
- Прекомерно разреждане
- Късо съединение
- Излагане на екстремни температури
- Излагане на физически удар или вибрации

Отношението на **цената** на акумулаторната батерия за единица маса отнесена към общата енергия е показател, който определя относителната цена на акумулаторната батерия за получаване на единица енергия, например US\$/kWh.

В момента най-широко приложение за електромобили намират необслужваемите оловно-киселинни, никел-метал хидридни и литий-йонни батерии.

Предимства:

- Висока плътност на мощността
- Висока скорост на разреждане
- Добра работа при ниски температури

Недостатъци:

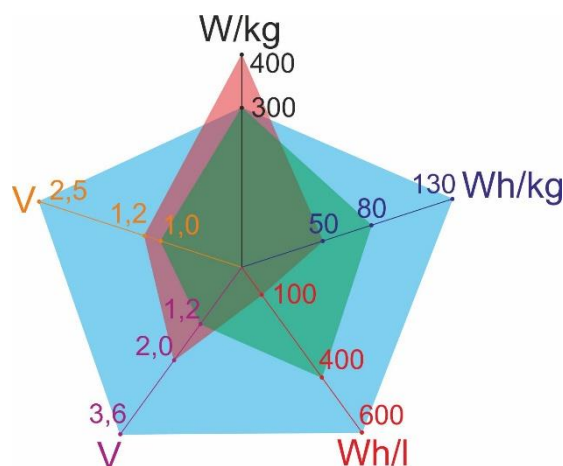
- Проблеми с безопасността
- Липса на стандарти
- Високи първоначални разходи

В табл. 1 са показани основните показатели на оловно-киселинни, никел-метал хидридни и литий-йонни батерии, а на фиг. 1 е показано графично

Табл. 1
Някои от основните показатели на оловно-киселинни,
никел-метал хидридни и литий-йонни батерии

Вид акумулаторна батерия	Специфична мощност W/kg	Специфична енергия Wh/kg	Енергийна плътност Wh/m ³ (Wh/l)	Номинално напрежение (V)	Долна граница на разреждане (V)
оловно-киселинни	400	50	100	2,0	1,2
никел-метал хидридни	300	80	400	1,2	1,0
литий-йонни батерии	300	130	600	3,6	2,5

От табл. 1 и фиг. 1 се разбира, че за една и съща маса, количествата специфична енергия (Wh/kg) на оловно-киселинната и никел-металхидридната батерии са по-малки от литий-йонната съответно с около 60% и 40%. Енергийната плътност (Wh/l) на оловно-киселинната и никел-металхидридната батерии са по-малки от литий-йонната съответно с около 85% и 35%.



Фиг. 1. Графично сравнение на някои от основните показатели на оловно-киселинни, никел-метал хидридни и литий-йонни батерии

Ако се приеме, че електромобил има собствена маса 1600 kg и е оборудван с 40 kW/h литий-йонна електрическа акумулаторна батерия, то само батерията ще тежи около 310 kg. Ако батерията е оловно-киселинна или никел-металхидридна масата на акумулатора ще е съответно 800kg и 500 kg или ще повиши теглото на електромобила с около 490 kg (24%) и 190 kg (11%).

Също така от таблицата се разбира, че от целия потенциал на електрическата батерия (работеща на 100% от потенциала си), възможната за използване енергия без да се преминава долната граница на разреждане за оловно-киселинната, никел-металхидридната и литий-йонната са съответно: 0,8 V (40%), 0,2 V (16,7%) и 1,1 V (30,56%).

Ако отнесем процентите използвана енергия от потенциала на батериите, към масата ѝ, то се получава дялът реално използваната маса, която за оловно-киселинната, никел-металхидридната и литий-йонната са съответно около: 320 kg (40 %), 85 kg (17 %) и 95 kg (30,5 %).

Като се вземе предвид енергийната плътност на акумулаторните батерии, необходимите обеми за оловно-киселинната, никел-металхидридната и литий-йонната съответно са: 400 l, 100 l и 70 l.

ИЗВОДИ

1. В момента най-голяма специфична мощност от разглежданите електрически акумулаторни батерии има оловно-киселинната – 400 W/kg.
2. Най-голяма специфична енергия има литий-йонната батерия - 130 Wh/kg.
3. Най-голяма енергийна плътност има литий-йонната батерия 600 Wh/l.
4. Най-много възможна за използване потенциална енергия има литий-йонната батерия – 1,1 V, но в процентно съотношение я води оловно-киселинната – 40%.
5. За една и съща мощност на акумулаторната батерия литий-йонната ще има най-малка маса, а оловно-киселинната – най-голяма.

REFERENCES

- Da Deng, Li-ion batteries: basics, progress, and challenges, Energy Science & Engineering, Energy Science and Engineering 2015; 3(5):385–418, doi: 10.1002/ese3.95
- Richtek Technology Corporation, Understanding the characteristics of Li-ion batteries and Richtek power management solutions, AN023 – January 2014
- Lithium-ion Battery, DATA SHEET, EEMB Co., Ltd., <http://eemb.com>
- National Semiconductor, Characteristics of Rechargeable Batteries, Literature Number: SNVA533

Nickel-Cadmium Battery, Energy Storage Technology Descriptions - EASE - European Association for Storage of Energy, <https://ease-storage.eu/>

McGraw-Hill Education, Access Engineering, Nickel-cadmium batteries

ZAHARAN M., A. ATEF, Electrical and Thermal Properties of NiCd Battery for

Low Earth Orbit Satellite's Applications, Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Power Systems, Lisbon, Portugal, September 22-24, 2006

Nickel Metal Hydride Batteries, Department of Chemical Engineering and Material Science, ISBN 978-3-03842-303-4 (electronic)

<https://ev-database.org/car/1536/Renault-Megane-E-Tech-EV40-130hp>

<https://www.doitpoms.ac.uk/tlplib/batteries/secondary.php>