

ПРОБЛЕМИ СВЪРЗАНИ С ЕКСПЛОАТАЦИЯТА НА ЛИТИЙ-ЙОННИ АКУМУЛАТОРНИ БАТЕРИИ ЗА ЕЛЕКТРОМОБИЛИ

Красимир Кужев, Иван Миленов
office@printax.bg, e-mail: milenov55@abv.bg

ВТУ "Тодор Каблешков", София, 1574, ул. "Гео Милев" 158
БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: електромобил, видове батерии, акумулатори, тенденции в батериите

Резюме: Все повече става ясно, че бъдещето принадлежи на електромобилите. Колко време ще бъде необходимо, за да заемат те полагащото им се място зависи основно от възможностите на техните акумулаторни батерии. В доклада са разгледани различните видове тягови акумулаторни батерии, намиращи приложение на съвременните електромобили. Разгледани и анализирани са условията на работа на акумулаторите. Посочено е, че те работят при утежнени условия и режими на работа. При движението на електромобила акумулаторните батерии са подложени на механични въздействия като: удари, вибрации, резки ускорения и спирания и др. Освен това те трябва да работят при изменение на температурата в много широки граници, например от -30°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Съществени при експлоатацията на акумулаторните батерии се явяват режимите на работа – заряд и разряд. При тяговите акумулаторни батерии тези режими са особено утежнени при потегляне и при спиране (при рекуперация) на електромобила. Тогава от акумулаторите се иска за кратко време да отдадат или поемат много големи токове. В доклада се посочва, че живота на акумулаторните батерии в голяма степен зависи от правилната им експлоатация.

УВОД

Проблемите свързани с надеждната работа на тяговите акумулаторни батерии следва да се свържат с все още началния стадии на широкото навлизане на електромобила. В настоящия доклад се разглеждат различни видове тягови батерии, проблемите свързани с експлоатацията им и възможните решения. Обръща се особено внимание на рециклирането на батериите, като елемент от борбата със замърсяването.

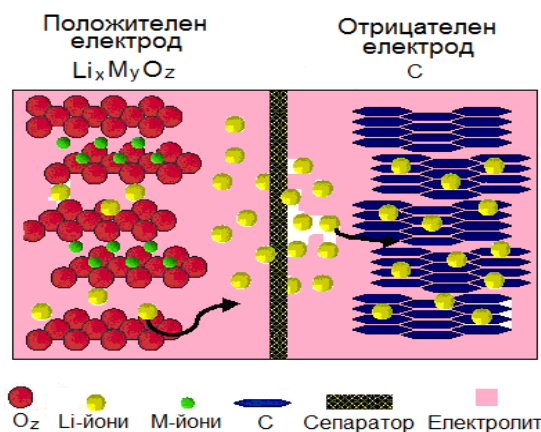
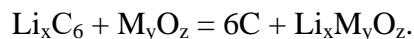
ИЗЛОЖЕНИЕ

Основният вид акумулаторни батерии (АБ), които се използват сега и вероятно ще се използват и в близките години са тези с основна съставка литий. [1, 2, 3 и 4]

Литият е метал с висок електрохимичен потенциал (3,045 V) и ниска атомна маса (6,941), което дава основание за направата на АБ с напрежение над 3 V при

комбиниране с подходящ положителен електрод. Трудност в производството им е, че литият много силно реагира с влагата. Това ограничава използването на течни електролити. Литият може да се абсорбира в кристалната решетка на кобалт или никел и да се образува кобалтов оксид LiCoO_2 или никелов оксид LiNiO_2 . На отрицателните плочи литият е под формата на графит или кокс, а на положителните плочи – литий-метални оксиди. Така е създадена технологията, чрез която се изработват литий-йонните АБ.

Мангановите оксиди LiMn_2O_4 и LiMnO_2 , базирани на положителните плочи са също предмет на изследване. Причината е, че манганът е по-евтин, широко достъпен и по-малко токсичен. Реакцията е обратима и общо за различните метали, означени с М има вида:



Фиг. 1. Принципна схема на литиево-йонна батерия

За да могат да работят безопасно са необходими допълнителни устройства, осигуряващи нормалната им работа. Ако температурата на АБ превиши гранично допустимата може да се предизвика неконтролируем процес и да се получи взрив, а ако температурата падне под 0°C силно намалява капацитета. Опасността се засилва и от факта, че работната среда може да съдържа много агресивни активни вещества.

Търсят се начини за подобряване устойчивостта на батериите срещу възпламеняване при висока температура или удар, чрез използване на заместители на кобалтовия оксид, като литий-железен фосфат (LiFePO_4), в комбинация на минимални количества с други метали.

Проблеми и възможни решения

1. Висока цена

Разработена е технология, при която се комбинират силиций с графит, използван в анода на конвенционалните литиево-йонни батерии. Добавянето на силиций може да увеличи количеството на енергията, съхранявана в батерията. Счита се, че добавката само на 10% силиций може да намали цените на АБ с 50%.

2. Удължаване живота на батерията

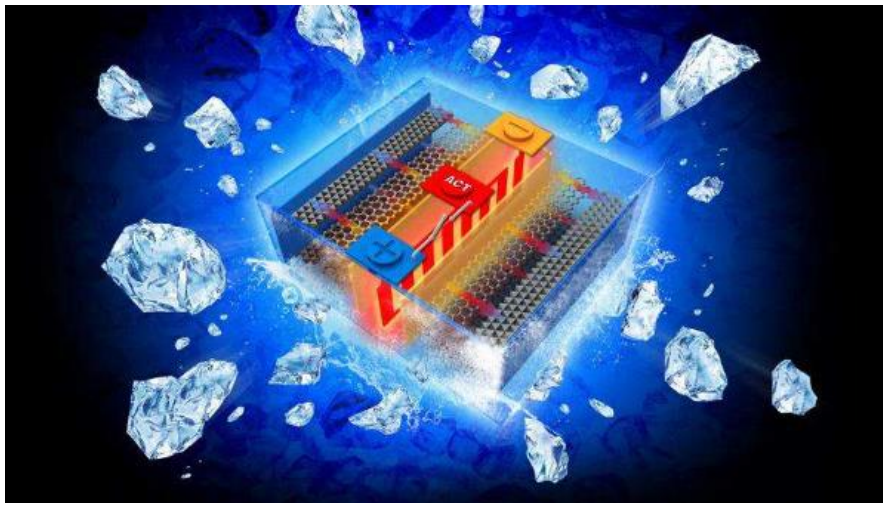
Сегашните АБ от висок клас губят около 5% от капацитета си след около 80 000 км. пробег. За следващите 200 000 км. капацитета стига до 90% от първоначалния. При различните коли спадът е различен.

Новите проучвания показват, че чрез подобряване на химическия състав на АБ може да се постигне значително удължаване на техния живот. Например при новите

NMC (nickel manganese cobalt) литиево-йонните батерии се постига ограничаване на газовете изпускани от клетките при работа под високо напрежение. Клетките продължават да работят много добре и след 1,200 цикъла. За една електромобилна АБ тези 1,200 цикъла ще се равняват на 400,000 км реален пробег. При 20,000 км годишен пробег това би означавало над 20 години живот.

Основното постигнато подобрение е в елиминирането на вредните (паразитни) реакции в положителния електрод. Такива резултати се постигат при фарадеева ефективност над 0.998 и по-точно 0.999. Изглежда странно, но 0.995 вече не е добър резултат [5, 6, 7, 8, 9 и 10].

3. Спад на капацитета на батерията при минусови температури



Фиг. 2. АБ с конструкция за предварително загряване

При минусови температури конвенционалните батерии губят част от мощността си, имат по-бавно зареждане, ограничения при регенеративното спиране и намаляване на пробега на превозното средство с до 40%. Въпросните проблеми изискват по-големи и по-скъпи пакети батерии за компенсиране на намаления капацитет през зимата. Разработено е конструктивно решение, при което АБ се затопля от -20 градуса до 0 градуса в рамките на 20 секунди, както и от -30 градуса до 0 градуса за 30 секунди. При това подгръване тя консумира само 3,8% и 5,5% от капацитета на клетката. Това е далеч по-малко от загубата на 40% при традиционните литиево-йонни батерии. При това те тежат само 1,5% повече (от конвенционална) и струват с 0,04% повече от базова батерия. „Всесезонната“ батерия използва никелово фолио с дебелина 50 микрометра, като единият край е закрепен към отрицателния полюс, а другият излиза на специално създаден трети извод. Температурен датчик с превключвател кара електроните да текат през никеловото фолио за затваряне на веригата. Това бързо загрява никеловото фолио, което на свой ред затопля вътрешността на батерията. След като батерията достигне 0 градуса, превключвателят сработва, изключва и електрическия ток от фолиото, за да тече по нормалния начин. За подобно фолио могат да бъдат използвани и други материали, но никелът е със сравнително ниска цена и работи добре.

4. Загряване на батерията при интензивен заряд/разряд и при високи температури.

Разработена е нова технология за устойчивост на горещина с използване на графен позволяваща на литиево-йонните батерии да останат функционални в среда с температура достигаща 60°C. Това е с 10°C повече от настоящия горен лимит при

батериите и с това подобрение животът на батериите с добавка на графен ще бъде двойно по-дълъг от този на стандартните литиеви батерии.



Фиг. 3. АБ за работа в среда с висока температура

За този пробив са допринесли три технологии:

- Специална добавка към електролита може да премахва следите от вода и да предотвратява декомпозирането на електролитите при висока температура;
- Модифицирани NMC материали с големи кристали се използват за катода, което подобрява термичната стабилност на катодния прах;
- Графенът осигурява по-ефикасно охлаждане на литиево-йонните батерии.

Проведените тестове за зареждане и разреждане в среда с високи температури са показали, че когато работните параметри са еднакви, батерията с графен е с 5°C по-студена от обикновена литиево-йонна батерия. След 2,000 зарядни цикъла при температура 60°C батерията с графен запазва 70% от капацитета си. При друг тест, след 200 дена в среда с температура 60°C батерията е загубила само 13% капацитет.

5. Повишаване на специфичната мощност и енергийната плътност.

Разработена е нова технология за производство на литий-метални батерии. Докато за анода в масовите батерии се използва графит, тук той е от много тънко, високо енергийно литиево фолио. То е около пет пъти по-тънко от стандартен литиево-метален анод и може да задържа повече йони, което означава, че има по-голяма енергийна плътност. Точно затова батерията е значително по-малка. Променен е и химичният състав на електролита, с което животът на батерията е увеличен. Най-важното обаче е, че тази нова батерия може да се произвежда със съществуващото оборудване. Производството на тези батерии за електромобили се предвижда за 2018 г.

Разработени са нови литиеви батерии, работещи на биполярния принцип, познат от горивните клетки. При този подход отделните батерийни клетки не са „нанизани“ отделно една до друга на малки секции; вместо това те се подреждат директно една върху друга на големи стекове. Поради това цялата конструкция на корпуса намалява. В резултат на това в автомобила могат да се поставят повече батерии. Чрез директното свързване на клетките в стека пък се намалява значително електрическото съпротивление. Електродите са проектирани да отделят и абсорбират енергия много бързо. Най-важният компонент от акумулатора е биполярният електрод – метална лента, покрита от двете страни с керамични материали за съхранение. В резултат на това едната страна става анод, а другата катод [10, 11, 12, 13 и 14].



Фиг. 4. Развитие на литиево-метални АБ

6. Рециклиране

Производството на батерии изисква много материали като никел, манган, кобалт, графит, мед и литий. Затова има смисъл от старите батерии да се извличат всички материали, годни за повторна употреба. Съвременната тенденция при изграждането на заводите произвеждащи АБ е близо до тях да се изгражда и съпътстваща мощност за извличане на материали от старите батерии. Така не се замърсява околната среда и се оборва твърдението на противниците на електромобилизма, че ще се натрупат планини от стари батерии. По този начин се намаляват и цените на новите АБ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Литий-йонната технология в обозримо бъдеще ще търпи бурно развитие;
- Добавянето на графен, силиций и други материали ще подобрят техническите показатели на батериите до изискуемите от практиката нива;
- Новите батерии ще направят по конкурентни самите електромобили, спрямо класическите, като увеличат пробега и намалят времето им за зареждане.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Българанов Л., И. Миленов, Г. Павлов, Ч. Джамбазки, Електрозадвижване, София, 2009 г.
- [2]. Българанов Л., Електрически транспорт, София, 2004 г.
- [3]. Давидов С., И. Миленов, Х. Иванов.. Малки електромобили, София, 2014г.
- [4]. Евтимов И., Р. Иванов, Електромобили, 2011 г.
- [5]. Internet: www.datasheedcatalog.net
- [6]. Internet: www.igbt-driver.com
- [7]. Internet: www.electroinvent.com
- [8]. Internet: www.shipinfo.ru
- [9]. Internet: www.vromos.com
- [10]. Internet: www.bgopit.com
- [11]. Internet: www.dynamo-bg.com
- [12]. Internet: www.GreenTech.bg
- [13]. Internet: IDG.bg
- [14]. Internet: www.phienergi.com

PROBLEMS CONSIDERING THE EXPLOITATION OF ELECTRIC VEHICLE LITHIUM - ION BATTERIES

Krassimir Kuzhev, Ivan Milenov
office@printax.bg, e-mail:milenov55@abv.bg

Todor Kableshkov University of Transport, Geo Milev str. № 158, Sofia
BULGARIA

Key words: *electric vehicles, types of batteries, car batteries, trends in car batteries*

Abstract: *It is more and more clear that the future belongs to electric vehicles. How much time would be necessary for them to take the place they deserve depends chiefly on the capacity of their batteries. The report contains an overview of the different types of traction batteries used in electric vehicles today. The conditions under which the batteries operate have been discussed and analysed. It has been shown that they work under rigorous conditions. During operation, the electric vehicle batteries are subjected to mechanical impact like: direct impact, vibrations, fast acceleration and brisk braking maneuvers etc. In addition to that they have to operate under a much wider temperature range, e.g. from -30 C to +50 C. The operating regimes of charge and discharge have a considerable effect on the general working condition. These regimes are especially harsh on traction batteries during acceleration and braking of the vehicle. At such moments the batteries have to give out or store high amount of electricity for an extremely short time. The study shows that the life-expectancy of car batteries largely depends on their proper exploitation.*