

Акумуляторні батареї. Вплив на життєвий цикл акумуляторної батареї

Гайдамака Вадим¹, Леонід Іванов²

1. Кафедра КІТАМ, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА, Харків, пр. Науки 14, e-mail: Leonid.ivanov@nure.ua

2. Кафедра КІТАМ, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА, Харків, пр. Науки 14, e-mail: Leonid.ivanov@nure.ua

Анотація: У роботі виконано огляд основних понять, характеристик та типів акумуляторних батарей, а також розглянуто вплив на життєвий цикл акумуляторної батареї.

Ключові слова: акумуляторна батарея, життєвий цикл.

I. ВСТУП

Винахід електричного струму став революцією в науці, електричні прибори на підставі його застосування спростили життя людей у побуті та на виробництві. Проте, існувала проблема у застосуванні таких приладів: без джерела струму поруч вони не мали користі, були немобільні. Тому встало питання: як зберігати і передавати електричний струм? Вирішенням цієї проблеми і стала акумуляторна батарея.

Електричний акумулятор є вторинним хімічним джерелом струму багаторазової дії, основна специфіка якого полягає в зворотності внутрішніх хімічних процесів, що забезпечує його багаторазове циклічне заряджання [1]. Призначений для автономного електроживлення різноманітних електротехнічних пристроїв, для накопичення електричної енергії, а також для забезпечення резервних джерел енергії у медицині, побутових і промислових джерелах безперебійного живлення, транспорті, альтернативній енергетиці тощо.

Кілька акумуляторів, об'єднаних в один електричний ланцюг, складають акумуляторну батарею.

Акумулятори щільно увійшли в повсякденне життя людей. Це джерела живлення наших стільникових телефонів, цифрових фотоапаратів, відеокамер, планшетів і ноутбуків.

Найбільшого поширення набули свинцеві та лужні (залізно-нікелеві та кадмій-нікелеві) акумулятори, також використовуються цинк-срібні, цинк-повітряні та марганцеві.

Принцип дії акумулятора заснований на зворотності хімічної реакції. Найпоширеніші електричні кислотні та лужні акумулятори накопичують хімічну енергію внаслідок зворотних хімічних реакцій між речовиною електродів та електролітом. Подібна конструкція забезпечує акумулятору високий (до 95%) ККД. Працездатність акумулятора може бути відновлена шляхом заряду, тобто пропусканням електричного струму в напрямку, зворотному напрямку струму при розряді: на від'ємному електроді (катоді) реакція окиснення замінюється реакцією відновлення, а на позитивному електроді (аноді) реакція відновлення змінюється на реакцію окиснення.

II. ТИПИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основними характеристиками акумуляторної батареї є енергетична ємність та ємність акумулятора.

Ємність акумулятора – це максимально можливий корисний заряд, що віддається повністю зарядженим акумулятором при розряді до найменшої допустимої напруги. В міжнародній системі одиниць SI ємність акумуляторів вимірюють в кулонах (Кл). На практиці використовується позасистемна одиниця Ампер-година: $1 \text{ A} \cdot \text{год} = 3600 \text{ Кл}$.

Енергетична ємність – енергія, що віддається повністю зарядженим акумулятором при розряді до найменшої допустимої напруги. В міжнародній системі одиниць SI енергетична ємність вимірюється у Джоулях (Дж). На практиці використовується позасистемна одиниця Ватт-година: $1 \text{ Вт} \cdot \text{год} = 3600 \text{ Дж}$.

Типи акумуляторних батарей.

До найбільш поширених типів акумуляторних батарей відносять (див. рис.1):

- нікелево-кадмієві (Ni-Cd);
- нікелево-металогідридні (Ni-MH);
- літійово-полімерні (Li-polymer);
- літійово-іонні (Li-Ion);
- свинцево-кислотні (LEAD ACID).



Рис. 1 – Типи акумуляторних батарей
1.1 - Ni-Cd; 1.2 - Ni-MH; 1.3 - Li-polymer; 1.4 - Li-Ion;
1.5 - LEAD ACID

Основні переваги нікелево-кадмієвого акумулятора:

- низька вартість;
- висока стійкість до перепадів температур;

– хороша стійкість до великих струмів заряду і розряду;

– велика кількість циклів «заряду-розряду».

Недоліки нікелево-кадмієвого акумулятора:

– наявність так званого «ефекту пам'яті»;

– даний тип акумулятора екологічно забруднений;

– порівняно низька питома ємність.

Переваги сучасного нікелево-металогібридного акумулятора в порівнянні з Ni-Cd:

– велика питома ємність на меншу вагу;

– менш схильний до «ефекту пам'яті»;

– до складу акумулятора входить менша кількість токсичних металів;

– на даний час він вважається екологічно чистим.

Недоліки сучасного Ni-MH акумулятора:

– має набагато меншу кількість циклів заряду розряду;

– температурний режим роботи менше, ніж у Ni-Cd акумулятора,

– в порівнянні з Ni-Cd і Li-Ion акумуляторами, у Ni-MH акумулятора найнижча навантажувальна здатність - він не може видавати великі струми, цей тип акумуляторів «боїться» глибоких розрядів, тому що довговічність батареї безпосередньо пов'язана з глибиною розряду,

– саморозряд більш ніж в 1,5 рази вище, ніж у Ni-Cd акумулятора, що є важливим параметром при зберіганні.

Літій-іонний акумулятор (Li-ion) - тип електричного акумулятора, який широко поширений в сучасній побутовій електронній техніці і застосовується як джерело енергії в електромобілях і накопичувачах енергії в енергетичних системах. Це найпопулярніший тип акумуляторів в таких пристроях як стільникові телефони, ноутбуки, цифрові фотоапарати, відеокамери і електромобілі.

Головна перевага літій-іонних акумуляторів полягає у високій питомій ємності Li-Ion, яка принаймні, в два рази більша, ніж у Ni-Cd акумулятора. Літій дуже легкий метал, має найбільший електрохімічний потенціал і забезпечує найбільший вміст енергії у малих корпусах. Крім того, Li-Ion має відносно низький саморозряд і в ньому повністю відсутній «ефект пам'яті», завдяки чому час від часу можна дозаряджати не зовсім розряджений акумулятор. Глибокий розряд повністю виводить з ладу літій-іонний акумулятор.

Літій-іонні (Li-ion) батареї зазвичай мають термін служби 300 - 500 циклів. При звичайному використанні можна очікувати, що після 300 циклів заряду-розряду (приблизно рік роботи) її ємність знизиться до 80% від початкової.

Основний недолік літій-іонних (Li-Ion) батарей - це висока вартість і малий діапазон робочих температур.

Відповідно до принципів позначень МЕК (Міжнародної електротехнічної комісії) у найменуванні літій-іонних акумуляторів перша буква I означає електрохімічну систему, друга — матеріал катода (С, N або M для кобальту, нікелю або

марганцю), третя буква R або P — конструктивне виконання (циліндричне або призматичне). Цифри у циліндричних акумуляторах після букв позначають діаметр (мм, дві цифри) і висоту (десятих мм, три цифри), призматичних — довжину, ширину й висоту (мм) послідовно [1].

Найбільш поширені циліндричні Li-Ion, акумулятори. Типове маркування таких АКБ ICR18650. У цифровому коді "18650", зашифрований діаметр "18" у міліметрах, висота "650" у десятих частках міліметра.

Літій-полімерна батарея заснована на використанні твердого електроліту на полімерній основі. Щільність енергії цього типу батарей ще більше, тобто приблизно в три рази вище, ніж у нікелево-кадмієвого акумулятора, а саморозряд значно нижче. Використання твердого електроліту дозволяє довести розміри елементів акумулятора до 1 мм завтовшки. Завдяки тому, що дана конструкція не містить рідкого електроліту і реалізується набором різних плівок, то можна отримувати дуже гнучкі конструктивні форми.

Найбільш поширені призматичні літій-полімерні (Li-Pol) акумулятори. Типове маркування таких АКБ li-Pol 751535. У цифровому коді "75 15 35" зашифрована товщина "75" у десятих частках міліметрах (7,5 мм), ширина "15" у міліметрах, довжина "35" у міліметрах.

Переваги літій-полімерних (Li-Pol) акумуляторів:

– мала товщина від 1-го мм;

– висока ємність;

– великий запас енергії у малих корпусах;

– великий ресурс;

– можливість отримувати гнучкі форми;

– низький саморозряд;

– нема «ефекту пам'яті».

Недолік літій-полімерного акумулятора полягає в тому, що він не може видавати великі струми розряду і, як і літій-іонний (Li-Ion), не любить низьких температур.

Переваги свинцево-кислотних батарей:

– повна відсутність «ефекту пам'яті»,

– низький саморозряд,

– висока кількість циклів «заряду-розряду».

Недоліки свинцево-кислотних батарей:

– мають найнижчу питому ємність,

– даним батареям «страшні» глибокі розряди.

Важливою перевагою нових видів акумуляторів є їх ультрашвидкий заряд. Також особливо вражає довговічність нових батарей. Ресурс супернових алюміній-іонних батарей становить більше 7500 циклів заряду-розряду, причому без втрати потужності.

Прогрес в даній області не стоїть на місці, на черзі наступне нововведення - гнучкий акумулятор. Це акумулятор на основі еластичного полімеру.

III. ВПЛИВ НА ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ

Існує два чинники, які негативно впливають на рівень заряду: неправильне дотримання циклів заряджання-розряджання і невідповідний режим зберігання.

Щодо циклів заряджання-розряджання потрібно дотримуватися технічних вимог виробника. Однак

існують загальні положення для Li-Ion-акумуляторів. Так, на життєвий цикл батарей впливає рівень розряду перед наступним зарядженням, а також напруга струму самого зарядного пристрою. Глибоке розрядження виводить батарею з ладу. А при підвищеній напрузі під час зарядження вона втрачатиме ємність майже вдвічі. До того ж, на втрату ємності впливає опір струму акумуляторної батареї та зарядного пристрою, тому рекомендується використовувати тільки «рідні» зарядні пристрої, а не аналоги.

Також основним впливом на життєвий цикл акумуляторної батареї можна вважати температуру.

Акумуляторна батарея будь-якого типу підпорядковується закону електрохімічної активності, її знос знаходиться в експоненціальній залежності від температури. Чим температура вища, тим більш активні електрохімічні процеси проходять в акумуляторі і швидше йде втрата його робочих характеристик. Тому робоча температура є, мабуть, самим критичним параметром для свинцево-кислотних батарей (лужні нікель-кадмієві акумулятори в меншій мірі схильні до впливу температурного чинника, тому в суворих кліматичних умовах - арктичних, і, навпаки, надто жарких - застосовують саме цей тип батарей).

Літій-іонні акумулятори чутливі до температури. Їх так званою «точкою кипіння» вважається +60 °С, тобто, коли буде досягнута ця температура, батарея може спалахнути. Також до займання можуть призвести: перевищення напруги під час зарядження, потрапляння солоної води, вплив на батарею прямого сонячного випромінювання тощо.

Оптимальний температурний діапазон, при якому зберігається номінальна ємність і забезпечується максимальний термін служби батареї від +20° до +25°С. Вважається, що ресурс батарей зменшується в два рази при збільшенні температури на кожні десять градусів. Це досить реалістичний і поширений на практиці показник. Граничні робочі температури для кислотно-свинцевих акумуляторів - не вище +50°...+60°С. З подальшим підвищенням температури може виникнути так званий «тепловий розгін», і батарея вийде з ладу.

При зниженні температури електрохімічні реакції йдуть повільніше, що має збільшувати термін служби акумуляторної батареї. Насправді це не так, тому що при низьких температурах зі зменшенням електрохімічної активності знижуються і можливості батареї з віддачі у навантаження енергії, її ємність зменшується. При цьому акумуляторна батарея може працювати на межі своїх можливостей, що також знижує термін її служби. Тому є такий своєрідний «острів» стабільної роботи акумуляторів в діапазоні температур від +5 до +25°С.

Для запобігання витоку електроліту, нагрівання й вибуху потрібно дотримуватись таких заходів та правил безпеки:

– зберігати його в сухому прохолодному місці, якщо він не використовується;

- не використовувати і не залишати акумулятор поблизу джерел відкритого вогню або тепла;
- для зарядження використовувати тільки призначені для цього акумулятора зарядні пристрої;
- не підключати акумулятор до пристроїв, не призначених для живлення від нього;
- не кидати акумулятор у вогонь і не нагрівати його;
- не замикати між собою позитивний і негативний виводи акумулятора металевими предметами або дротами;
- не зберігати акумулятор разом з металевими предметами;
- не піддавати акумулятор механічним впливам;
- не паяти акумулятор та не проколувати його гострими предметами.

IV. ВИСНОВКИ

У представленій статті надано класифікацію, проведений аналіз сучасних типів та видів акумуляторних батарей, окреслені їх переваги та недоліки, виявлено вплив на життєвий цикл АКБ.

Подальшого дослідження потребують літій-іонні та літій-полімерні акумулятори як найбільш сучасні і прогресивні. Вони мають високу щільність енергії з низьким саморозрядом та повну відсутність «ефекту пам'яті», але вони дуже вразливі перед впливом температур. Тому при розробці нових, у тому числі портативних пристроїв потрібно враховувати їх температурні умови роботи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

[1] Акумуляторні батареї, види акумуляторних батарей [Електронний ресурс]; режим доступу <http://www.ecosvit.net/ua/akumulyatorni-batarei-akumulyatori-lipo>); дата використання [23.09.2022].

[2] Електричний акумулятор [Електронний ресурс]; режим доступу (https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BA%D1%83%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80); дата використання [23.09.2022].

[3] Які параметри акумулятора потрібно контролювати [Електронний ресурс]; режим доступу https://pulsar.kiev.ua/ua/yak_parametri_akumulyatornih_batarey_potrbno_kontrolyuvati); дата використання [23.09.2022].