

УДК 681.11.031.12

**РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЙ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ
ДЕЯКИХ ЛІТІЄВИХ ХІМІЧНИХ ДЖЕРЕЛ СТРУМУ****Осипенко О. Ю., Ткаченко О. В.**

Київський національний університет технологій та дизайну

В статті продемонстровано можливість попереднього визначення ємності первинних елементів, запропоновані деякі конструктивні зміни вже існуючої системи герметизації батарейок, а також продемонстровано вміння проектування складальних ділянок промислових підприємств.

Ключові слова: літієві ХДС, ємність, типорозмір, системи герметизації, коефіцієнт використання активної маси, апротонні електроліти, модифіковані графітові матеріали

В наш час є дуже актуальним удосконалення акумуляторів і усіх інших джерел струму з причини того, що більшість автомобільних транспортних засобів не може обходитись без них. Також вдосконалюються поширені цинк-манганові елементи, що широко застосовується в усіх галузях народного господарства. Всі вони є надійними джерелами струму і працюють порівняно тривалий час.

Вирішити проблему допоможуть лужні метали. Вже зроблені перші кроки – створено хімічні джерела струму на основі літію, що знаходиться у контакті з органічним апротонним розчинником. Літієві джерела струму зарекомендували себе як дуже надійні. Зараз важко зустріти галузь де б не застосовувались такі елементи. Батареї мобільних телефонів і рацій, батарейки для годинників, калькуляторів, різноманітних приладів - майже скрізь працюють літієві хімічні джерела струму. Саме вони стають найбільш актуальними у подальшому розвитку суспільства. Вичерпність природних ресурсів призводить до створення нових хімічних джерел струму, зараз ведеться активна робота по їх створенню та вдосконаленню роботи елементів.

Постановка завдання

Метою статті є вивчення та розробка конструкцій, удосконалення параметрів роботи літієвих хімічних джерел струму, удосконалення технологій виготовлення та покращення конструкцій літієвих первинних та вторинних ХДС.

Використано методикою, яка викладена в розробках базової кафедри з методикою розрахунків головних конструктивних параметрів, а також використані стандартні методики розряду елементів на постійний опір на установці.

Результати досліджень

У роботі використано методи визначення ємності установкою типу «Арбін», а також метод розряду при постійному опорі (визначається значення ємності елементів різних типорозмірів);

Достовірність отриманих результатів, обґрунтування висновків та рекомендацій забезпечені достатнім обсягом розрахунків, виконаних згідно з державними стандартами і застосуванням відповідних методів.

Особливе місце в сучасному побуті та виробництві займають первинні та вторинні літєві елементи, де використовуються органічні електроліти [1]. Певним недоліком таких джерел струму є не дуже велика потужність, яка зумовлена відносно великим опором органічного електроліту в порівнянні з класичною водною системою. В дослідженні була реалізована методика розрахунку електричної ємності для первинних хімічних джерел струму типорозмірів CR3042 та CR2077.

Катодні маси були досліджені на оболонці елементів типорозміру CR2325, куди на корпус кріпилися катодні таблетки з масами на основі діоксиду марганцю та новітніми струмопровідними домішками на базі терм розширеного графіту [2]. Результати представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Елементи	0	5	6	7	8	10	11
Контр 1	3,10	2,89	2,86	2,82	2,81	2,72	2,70
Контр 2	3,10	2,89	2,86	2,82	2,81	2,72	2,70
₁₀₆	3,10	2,89	2,86	2,82	2,82	2,72	2,71
₁₀₅	3,11	2,89	2,86	2,82	2,82	2,71	2,70
₁₀₇	3,10	2,74	2,68	2,64	2,58	2,64	2,61
₁₀₈	3,10	2,75	2,67	2,64	2,68	2,64	2,62

Продовження таблиці 1

Елементи	12	13	14	15	16	17	Q, мАч
Контр 1	2,68	2,64	2,58	2,49	2,12	2,08	202,1
Контр 2	2,68	2,64	2,58	2,49	2,12	2,08	202,1
₁₀₆	2,67	2,66	2,56	2,52	2,30	2,27	205,5
₁₀₅	2,66	2,68	2,57	2,52	2,27	2,23	206,8
₁₀₇	2,40	2,48	2,36	2,31	2,21	2,11	194,6
₁₀₈	2,40	2,48	2,87	2,30	2,21	2,10	195,6

Результати досліджень електричної ємності наведені в табл. 1 по масам $|i|$. Розряд при постійному опорі ($R=5,6 \text{ Ом}$). Результати роботи (дані табл. 1) свідчать про те, що існує можливість виготовлення літєвих елементів з більшими значеннями ємності ніж з традиційними струмопровідними домішками.

З метою збільшення терміну експлуатації первинних літєвих елементів нами пропонується модернізувати ізолююче кільце і зробити його таким, що охоплює кришку як з середини так із зовні [3]. Також за допомогою електрохімічного розчинення пропонується зменшити товщину кришки з 0,25 до 0,15 мм. А також застосувати струмопровідні клеючі маси.

Сама ділянка повинна бути обладнана ізольованими герметичними складальними боксами в середині яких знаходиться сухий інертний газ.

Розробка конструкцій літій іонних акумуляторів є іншою і може бути достатньо складною. Вона полягає в тому що, необхідна кількість позитивних та негативних активних мас береться з відомих довідкових даних.

Сучасні літій-іонні акумулятори мають високі показники: 100–180 Вт*год/кг і 250–400 Вт*год/дм³, робоча напруга – 3,5-3,7 В.

Якщо ще кілька років тому розробники вважали досяжною ємність літій-іонних акумуляторів не більше кількох ампер-годин, то нині більшість причин, що обмежують збільшення ємності, подолано і багато виробників почали випускати акумулятори ємністю в сотні ампер-годин [4]:

- Енергетична ємність: 110 ... 200 Вт*год/кг;
- Внутрішній опір: 150 ...;
- Енергетична ємність: 110 ... 200 Вт*год/кг;
- 250 мОм (для батареї 7,2 В);
- Число циклів заряд/розряд до втрати 20% ємності: 500–1000;
- Час швидкого заряду: 2-4 години;
- Допустимий перезаряд: дуже низький;
- Саморозряд при кімнатній температурі: 7% в рік;
- Напруга максимальна в елементі: 4,18..4,20 В (повністю заряджений);
- Напруга мінімальна: 2,5..2,75 В (повністю розряджений);
- Струм навантаження відносно ємності (С):
 - піковий: понад 2С

- найбільше допустимий: до 1С
- Діапазон робочих температур: -20 — $+60$ °С;
- обслуговування: не регламентується.

Для того, щоб напруга акумулятора була достатньо високою, дослідники використали оксид кобальту як активний матеріал позитивного електрода. Літійований оксид кобальту має потенціал близько 4 В відносно літійового електрода, тому робоча напруга Li-іон акумулятора має характерне значення 3 В і вище.

Матеріали на основі кобальту вимагають контролера для керування процесами заряд-розряд. Li/NiO₂ (літій/оксид нікелю) має вищу ємність, ніж оксид кобальту, але він складний у виготовленні й може мати проблеми в плані техніки безпеки. Тому для підвищення безпеки в акумуляторах великої ємності почали використовувати змішані оксиди кобальту й нікелю (20-30% нікелю).

При розряді Li-іон акумулятора відбувається деінтеркаляція (вилучення) літію з вуглецевого матеріалу (на негативному електроді) та інтеркаляція (упровадження) літію в оксид (на позитивному електроді). При заряді акумулятора процеси проходять у зворотному напрямку. Отже, у всій системі відсутній металевий (нуль-валентний) літій, а процеси розряду й заряду зводяться до переносу іонів літію з одного електрода на інший. Тому такі акумулятори одержали назву «літій-іонні».

Процеси на негативному електроді Li-іон акумулятора. Для всіх типів Li-іон акумуляторів, які доведені до комерціалізації, негативний електрод виготовляється з вуглецевих матеріалів [5]. Інтеркаляція літію у вуглецевих матеріалах — це складний процес, механізм і кінетика якого істотно залежать від природи вуглецевого матеріалу і природи електроліту.

Вуглецева матриця, яка застосовується в аноді, може мати впорядковану шарувату структуру, як у природного або синтетичного графіту, неупорядковану аморфну або частково упорядковану (кокс, піролізний або мезофазний вуглець, сажа та ін.).

Іони літію при впровадженні розштовхують шари вуглецевої матриці і розташовуються між ними, утворюючи інтеркаляти різноманітних структур. Питомий обсяг вуглецевих матеріалів у процесі інтеркаляції-деінтеркаляції іонів літію значно не змінюється.

Крім вуглецевих матеріалів як матрицю негативного електрода використовують структури на основі олова, срібла і їх сплавів, сульфідів олова, фосфати кобальту, композити вуглецю з наночастками кремнію.

Процеси на позитивному електроді Li-ion акумулятора. Якщо в первинних літєвих батареях застосовуються різноманітні активні матеріали для позитивного електрода, то в літєвих акумуляторах вибір матеріалу позитивного електрода обмежений [6].

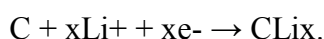
Позитивні електроди літій-іонних акумуляторів створюються винятково з літійованих оксидів кобальту або нікелю і з літій-марганцевих шпінелей.

У даний час як катодні матеріали все частіше застосовуються матеріали на основі змішаних оксидів або фосфатів.

З практики видно, що з використання катодів зі змішаних оксидів досягаються найкращі характеристики акумулятора. Освоюються і технології покриття поверхні катодів тонко дисперсними оксидами. При заряді Li-ion акумулятора відбуваються реакції на позитивних пластинах:



і на негативних пластинах:



При прикладенні постійної напруги іони літію виходять з анода, проходять через електроліт і осідають у графіті, заряджаючи його. При відключенні напруги в електроліті утворюється подвійний шар, який не дозволяє іонам перебігти назад. Розрядка відбувається практично тільки за рахунок електричного струму через зовнішнє коло.

Висновки.

В процесі роботи було продемонстровано можливість попереднього визначення ємності первинних елементів, запропоновані деякі конструктивні зміни вже існуючої системи герметизації батарейок. Результати роботи свідчать про те, що існує можливість виготовлення літєвих елементів з більшими значеннями ємності ніж з традиційними струмопровідними домішками.

З метою збільшення терміну експлуатації первинних літійових елементів нами пропонується модернізувати ізолююче кільце і зробити його таким, що охоплює кришку як з середини так із зовні.

Список використаних джерел

1. Эрдей-Груз Т. Химические источники энергии / Эрдей-Груз Т. – М. : Мир, 1974. – 304 с.
2. Коворин Н. Т. Новые химические источники тока / Коворин Н. Т. – М. : Энергия, 1978. – 184 с.
3. Дамье В. Н. Производство портативных химических источников тока / Дамье В. Н. – М. : Высшая школа, 1975. – 288 с.
4. Дасоян М. А. Производство электрических аккумуляторов / Дасоян М. А. – М. : Высшая школа, 1970. – 428 с.
5. Багоцкий В. С. Химические источники тока / Багоцкий В.С. – М. : Энергоиздат, 1981. – 360 с.
6. Кедринский И. А. Литиевые источники тока / Кедринский И. А. – М. : Энергоиздат, 1992. – 241 с.

References

1. Jerdej-Gruz T. Himicheskie istochniki jenergii / Jerdej-Gruz T. – M. : Mir, 1974. – 304 s.
2. Kovorin N. T. Novye himicheskie istochniki toka / Kovorin N. T. – M. : Jenergija, 1978. – 184 s.
3. Dam'e V. N. Proizvodstvo portativnyh himicheskijh istochnikov toka / Dam'e V. N. – M. : Vysshaja shkola, 1975. – 288 s.
4. Dasojan M. A. Proizvodstvo jelektricheskijh akkumuljatorov / Dasojan M. A. –M. : Vysshaja shkola, 1970. – 428 s.
5. Bagockij V. S. Himicheskie istochniki toka / Bagockij V.S. – M. : Jenergoizdat, 1981. – 360 s.
6. Kedrinskij I. A. Litievye istochniki toka / Kedrinskij I. A. – M. : Jenergoizdat, 1992. – 241 s.

Разработка конструкций и усовершенствование параметров работы некоторых литиевых химических источников тока

Осипенко А. Ю., Ткаченко А. В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

В статье продемонстрирована возможность предварительного определения емкости батарей, предложены некоторые конструктивные изменения уже существующей системы герметизации батареек, а также продемонстрировано умение проектирования сборочных участков промышленных предприятий.

Ключевые слова: литиевые ХДС, емкость, типоразмер, системы герметизации, коэффициент использования активной массы, апротонные электролиты, модифицированные графитовые материалы

Development of construction and improvement work perametrov some lithium chemical power sources

Osipenko O. Y., Tkachenko O. V.

Kiev National University of Technology and Design

The paper demonstrated the possibility of determining the previous capacity of the primary elements proposed some design changes to the existing system of sealing the battery, and demonstrated ability to design assembly areas of industry.

Keywords: lithium CDU, capacity, size, containment, utilization of active mass, aprotic electrolytes modified graphite materials