

Д.В. Дозоров, аспір.
Національний технічний університет України "КПІ"

МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ ХІМІЧНИХ ДЖЕРЕЛ СТРУМУ

У статті запропоновано метод прогнозування терміну зберігання ХДС.

Хімічні джерела струму (ХДС) знаходять широке застосування в багатьох пристроях електронної техніки: пульти управління, кардіостимулятори, електронні годинники та ін. Визначення електрохімічної ємності ХДС після його виготовлення дозволило б спрогнозувати його термін зберігання до експлуатації, але на це треба витратити значну частину електрохімічної ємності. В процесі зберігання ХДС саморозряджується, втрачаючи деяку частину ємності. Досліди показали, що інтенсивність саморозряду (току саморозряду) корельована з середньоквадратичним значенням напруги електричних шумів ХДС на його розімкнених електродах [1].

Пропонується метод прогнозування терміну зберігання ХДС переважно для джерел з літійевим анодом після їх виготовлення, або для контролю перед збутом.

Головним завданням цього пристрою є підвищення точності визначення часу зберігання ХДС. Це стає можливим завдяки тому, що у методі визначення часу зберігання ХДС, який побудований на вимірюванні опору між різнополярними електродами, і визначення часу зберігання за розрахунковою формулою, введені нові операції [2]:

– вимірюють середньоквадратичне значення напруги електричних шумів у смузі частот від $f_n = 10$ Гц до $f_e = 10^5$ Гц;

– визначають значення еквівалентної частоти за співвідношенням:

$$f_e = \sqrt{(f_n^2 + f_a \cdot f_n + f_n^2)/3}, f_e = 5,6 \cdot 10^3 \text{ Гц};$$

– вимірюють опір змінного струму між різнополярними електродами на еквівалентній частоті 5,6 кГц;

– визначають час зберігання за формулою:

$$t_m = \frac{\Delta C \cdot R_{екв}}{K_0 \cdot U_{ш}},$$

де K_0 – масштабний коефіцієнт, який враховує хімічну систему і конструкцію ХДС;

ΔC – припустима втрата електрохімічної ємності у процесі зберігання, Ач;

$R_{екв}$ – еквівалентний внутрішній опір змінного струму, Ом;

$U_{ш}$ – середньоквадратичне значення напруги електрохімічних шумів, В.

Значення еквівалентної частоти змінного струму визначають за формулою:

$$f_e = \sqrt{(f_n^2 + f_a \cdot f_n + f_n^2)/3},$$

де f_n і f_e – відповідно нижня та верхня частоти смуги 10...10⁵ Гц.

Значення коефіцієнта K_0 визначають дослідним шляхом, співставляючи, після визначеного часу зберігання t_m^I , ΔC_p і розрахункову втрату електрохімічної ємності ΔC^I джерел однієї виготовленої партії

$$K_0 = \frac{\Delta C_p}{\Delta C^I} \Delta C^I = \frac{t_m^I \cdot U_{ш}}{R_{екв}}.$$

Можливість вирішення поставленого завдання підтверджується наступними прикладами.

Приклад 1.

На рис. 1 зображена структурна схема пристрою, який реалізує запропонований метод визначення часу зберігання ХДС. Пристрій містить: перемикач 1, вимірювальний перетворювач середньоквадратичної напруги шуму в напругу постійного струму 2, перший аналого-цифровий перетворювач 3, генератор низької частоти 4, додавальний резистор 5, вимірювальний перетворювач змінної напруги в напругу постійного струму 6, другий аналого-цифровий перетворювач 7, обчислювально-керуючий блок 8 і регістратор 9.

Пристрій працює наступним чином:

У першому вимірювальному такті контрольоване хімічне джерело струму 10 підключається керованим перемикачем у положення "а" до входу вимірювального перетворювача середньоквадратичної напруги шуму в напругу постійного струму 2, вихідний сигнал якого перетворюється аналого-цифровим перетворювачем 3 і потрапляє на перший інформаційний вхід обчислювально-керуваного блоку 8, де запам'ятовується оперативним запам'ятовуючим пристроєм цього блока.

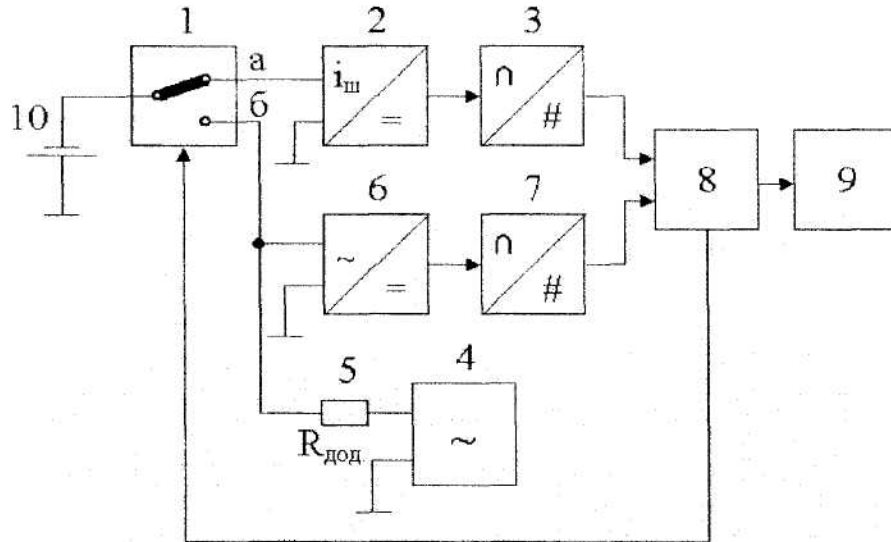


Рис. 1. Метод визначення часу зберігання хімічних джерел струму

Одночасно вихідна напруга генератора низької частоти 4 перетворюється перетворювачем змінної напруги 6, а потім – в цифровий код другим аналого-цифровим перетворювачем 7 і поступає на другий інформаційний вхід обчислювально-керуючого блока 8, де також запам'ятовується.

Таким чином, у першому такті блоком 8 зафіксовані дві величини:

$$n_1 = k_2 \cdot k_3 \cdot U_m,$$

$$n_2 = k_6 \cdot k_7 \cdot U_n$$

де k_2, k_6, k_3, k_7 – коефіцієнти перетворення блоків 2, 6, 3 і 7 відповідно.

У другому вимірювальному такті в положенні "б" перемикача падіння змінної напруги на контрольованому ХДС перетворюється перемикачами 6 і 7 в цифровий код на другому інформаційному вході обчислювально-керуючого блока 8 і запам'ятовується оперативним запам'ятовуючим пристроєм цього блока, тобто:

$$n_3 = k_6 \cdot k_7 \cdot U_n,$$

де U_n – падіння змінної напруги.

В третьому вимірювальному такті обчислювально-керуючий блок 8 обчислює величину часу зберігання контрольованого ХДС:

$$t_m = k \cdot \frac{n_3}{(n_2 - n_3) \cdot n_1},$$

де $k = \frac{\Delta C \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot R_{дод}}{K_0}$ – коефіцієнт, який вноситься в постійнозапам'ятовуючий пристрій блоку 8.

Вимірювальний перетворювач середньоквадратичної напруги шумів 2 містить послідовно увімкнені широкосмуговий підсилювач змінного струму, смуговий фільтр, квадратичний детектор, фільтр нижніх частот і корнедобувний перетворювач.

Обчислювально-керуючий блок 7 – це, наприклад, ПЕОМ типу IBM PC.

Приклад 2. Проведено контроль 300 шт. ХДС системи літій-двооксид марганцю із складу однієї партії вироблених виробів, у яких визначено термін зберігання за вищезгаданим методом.

Середньоквадратичне відхилення $\delta(t_{mi})$ розрахункових значень t_{mip} від дійсних значень термінів зберігання t_{mid} джерел в кількості n (шт.) обчислювалося за формулою:

$$\delta(t_{mi}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (t_{mip} - t_{mid})^2 / (n-1)}.$$

Отримана величина $\delta'(t_{mi}) \leq 20\%$. Результати обчислень зведені у наступну таблицю.

Таблиця

Місяць	1	2	3	4	5	6
Кількість відмовлень	26	16	9	4	8	11
$R_{екв} / U_{шт} \cdot (1/A) \cdot 10^3$	13 ÷ 50	5 ÷ 65	57 ÷ 87	78 ÷ 116	83 ÷ 145	102 ÷ 175
$\Delta t_{mi} = t_{mip} - t_{mid}$, доби						
від	-10	-35	-37	-48	-58	-62
до	+25	+30	+42	+56	+55	+65
$\delta(t_{mi}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (t_{mip} - t_{mid})^2 / (n-1)}$	6	11	13	15	19	21
$\delta'(t_{mi}) = \delta(t_{mi}) / t_{mid}$, %	20	18	14	12	13	12

Таким чином, у запропонованому методі порівняно з відомими за рахунок виконання вищезгаданих додаткових операцій вирішено завдання підвищення точності визначення часу зберігання ХДС. Це дозволяє підвищити достовірність контролю процесу масового виробництва джерел і надійність багатьох пристроїв, які використовують ХДС як джерела живлення, наприклад, електронних годинників, кардіостимуляторів, мікрокалькуляторів тощо.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Анисимов М.П., Черевко А.Г. Флуктуационные явления в физико-химическом эксперименте. – Новосибирск: Наука, 1986. – 153 с.
2. Саватеев А.В. Шумовая термометрия. – Ленинград: Энергоатомиздат, 1987. – 132 с.

ДОЗОРОВ Д.В. – аспірант Національного технічного університету України “КПІ”.

Наукові інтереси:

– джерела струму.

Тел.: 8-0440441-17-52.

E-mail: lead@ukr.net

Подано 22.08.2002