

1975р. –208 с. 3. <http://www.ogbus.ru> .4. Performance water purification system. Пат. 6001244 США, МПК⁶ В 01 D 61/12. Anthony Pipes, Salter Edwin Christopher. № 09/113786. 5. Дамаскин Б.Б. и др. Практикум по электрохимии. – М.: Высшая школа, 1991. – 287 с. 6. Лопатин Б.А. Теоретические основы электрохимических методов анализа. Учебное пособие для университетов. – М.: Высшая школа, 1975. – 295 с. 7. Робинсон Р., Стокс

Р. Растворы электролитов. – М.: Издательство иностранной литературы, 1963. – 646 с. 8. Лопатин Б.А. Высокочастотное титрование с многосвязными ячейками. – М.: Химия, 1980 г. – 208 с. 9. Походило Є. В. Розвиток теорії та принципів побудови засобів вимірювання імпедансу об'єктів кваліметрії: Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.11.05 / Національний ун-т "Львівська політехніка". – Львів, 2004. – 40 с.

УДК 621.317.727

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НОРМАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

© Барило Григорій, Бойко Оксана, 2008

Національний університет "Львівська політехніка", вул. С. Бандери, 12, Львів, Україна

Розглянуто компенсаційні методи підвищення стабільності ЕРС ненасичених нормальних елементів.

Рассмотрены компенсационные методы повышения стабильности ЭДС ненасыщенных нормальных элементов.

Compensation methods of e.m.f. stability increasing of non saturated normal elements are under consideration.

Нормальні елементи у метрології використовуються як міри електрорушійної сили (ЕРС) та напруги. Високу часову стабільність значень ЕРС мають насичені нормальні елементи, які забезпечують річну стабільність від ± 50 до ± 2 мкВ [1, 2]. Основним недоліком насичених нормальних елементів є значна залежність значення ЕРС від температури, яка приблизно становить 40 мкВ/°С. З високою точністю залежність значення ЕРС нормальних елементів описується виразом [3]

$$E_t = E_{tn} - A \cdot \Delta t - B \cdot \Delta t^2 - C \cdot \Delta t^3, \quad (1)$$

де E_t , E_{tn} – значення ЕРС при температурі t та при нормованій температурі відповідно; Δt – відхилення температури від нормованого значення; A , B , C – температурні коефіцієнти, які за нормованої температури 20°С дорівнюють 40,6 мкВ/°С, 0,95 мкВ/°С², – 0,01 мкВ/°С³ відповідно.

Очевидно, у разі відхилення температури від нормованого значення необхідно вводити температурні поправки. Для забезпечення точності відтворення значення ЕРС ± 2 мкВ, необхідно вимірювати температуру з точністю ± 0,05 °С, а для відтворення значення ЕРС з точністю ± 5 мкВ – ± 0,1 °С, що ускладнює передавання значення одиниць ЕРС.

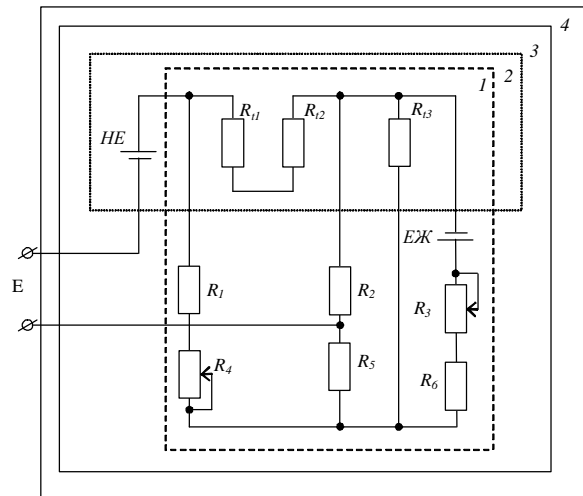


Рис. 1. Міра ЕРС з температурною компенсацією

Для зменшення температурних відхилень використовують активне термостатування нормальних елементів. Серійно випускаються термостатовані нормальні елементи типів Х488 та Х489, які мають клас точності 0,001 і 0,0005 відповідно [4]. У термостатованому нормальному елементі типу Х488 використано одноконтурний активний термостат, а в Х489 – двоконтурний. Температура термостатування в нормальному елементі Х489 лежить у діапазоні

29...31°C. Нестабільність температури термостатування упродовж доби не перевищує $\pm 0,01^\circ\text{C}$. Використання високоточних активних термостатів для насичених нормальних елементів призводить до значного збільшення маси, габаритів, енергоспоживання та собівартості. Так, маса термостатованого нормального елемента Х489 становить 20 кг, а габаритні розміри – 420×330×300 мм.

У лабораторних умовах з діапазоном зміни робочих температур $\pm 2^\circ\text{C}$ для зменшення температурних впливів доцільно використовувати компенсаційні схеми [5], а в промислових умовах зі значним діапазоном робочих температур – активне термостатування з невисокою точністю і додаткову компенсацію значення ЕРС нормальних елементів.

Принципову схему і конструкцію міри ЕРС на базі насиченого нормального елемента з температурною компенсацією наведено на рис.1. Вона складається з безкорпусного нормального елемента НЕ, компенсаційної схеми 1, термовирівнювача 2, пасивного термостата 3, корпусу 4. Компенсаційна схема складається з термозалежного резистивного моста на резисторах R_{t1} , R_{t2} , R_1 , R_2 , R_4 і R_5 . Живлення моста здійснюється від елемента живлення ЕЖ з

напругою 1,5 В через термозалежний резистивний подільник R_3 , R_6 , R_{t3} . Балон нормального елемента конструктивно встановлений у мідній термовирівнювач. Біля електродів НЕ розміщені три термозалежні резистори R_{t1} , R_{t2} , R_{t3} . Для збільшення температурного контакту між НЕ, терморезисторами і термовирівнювачем використано теплопровідну пасту.

Для зменшення впливу вихідного опору компенсаційної схеми на загальний вихідний опір міри ЕРС необхідно, щоб виконувалася умова $R_{НЕ} + R_M \leq 1 \text{ кОм}$ [3].

Вихідна напруга компенсаційної схеми за умови $R_{t3} = R_{t1} + R_{t2} = R_t$, $R_1 + R_4 = R_2 = R_5 = R$ описується виразом

$$\Delta E_k = \frac{U \cdot R_t \cdot R_M}{2(R_3 + R_6 + R_t)(R_n + R_M)} \cdot \frac{R - R_t}{R + R_t}, \quad (2)$$

де $R_M = \frac{2R^2 + 2R \cdot R_t}{3R + R_t}$ – загальний опір мостової

схеми; $R_n = \frac{(R_3 + R_6) \cdot R_t}{R_3 + R_6 + R_t}$ – вихідний опір подільника

напруги живлення.

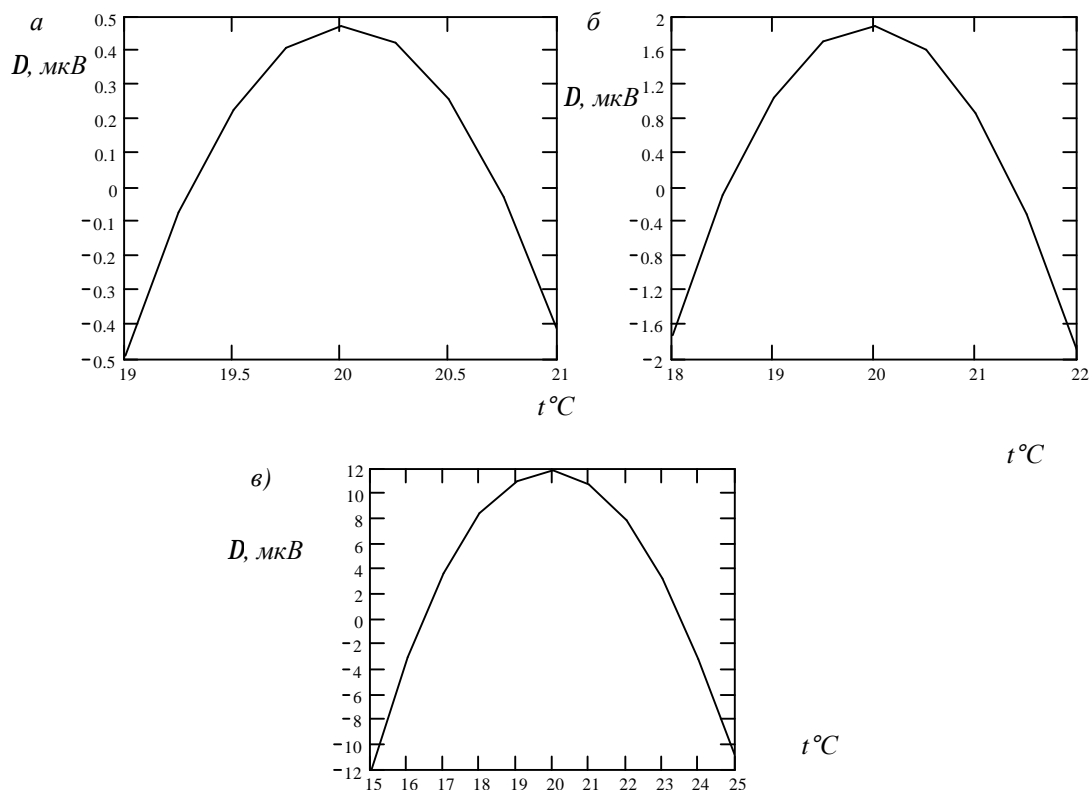


Рис. 2. Залежності абсолютної похибки від температури за неповної компенсації

Для повної температурної компенсації необхідно, щоб компенсаційна напруга дорівнювала

$$\Delta E_k = \Delta E_{th} = A \cdot \Delta t + B \cdot \Delta t^2 - C \cdot \Delta t^3, \quad (3)$$

де ΔE_{th} – відхилення нормованого значення ЕРС нормального елемента при зміні температури.

Абсолютне значення похибки від неповної компенсації температурної зміни ЕРС дорівнює

$$\Delta = \Delta E_k - \Delta E_{th}. \quad (4)$$

Точність компенсації зміни ЕРС НЕ від температури досягається вибором значень резисторів термозалежного резистивного моста. Для мідних термо-резисторів з номінальним значенням 100 Ом на рис. 2. наведено залежності похибки від неповної компенсації температурної зміни ЕРС при відхиленні температури від нормованого значення на 1°C (а), на 2°C (б) і на 5°C (в).

З графічних залежностей видно, що температурна похибка не перевищує значення $\pm 0,5$ мкВ у діапазоні 19...21°C, ± 2 мкВ у діапазоні 18...22°C, ± 11 мкВ у діапазоні 15...25°C.

Експериментальні дослідження міри ЕРС на базі насиченого нормального елемента з температурною компенсацією виконували за допомогою вторинного

еталона одиниці ЕРС ВЕТУ 08-03-01-98 ВАТ “СКБ мікроелектроніки в приладобудуванні”. Результати досліджень показали, що за допомогою термокомпенсаційних схем і прийнятих конструктивних рішень нестабільність значення ЕРС насичених нормальних елементів не перевищувала значення $\pm 0,5$ мкВ у разі відхилення температури від нормованого значення на ± 2 °C і не перевищувала ± 2 мкВ – у разі відхилення температури на ± 2 °C.

1. Дорожжовець М., Мотало В., Стадник Б. та ін. *Основи метрології та вимірювальної техніки / За ред. проф. Б. Стадника.* – Львів: Видавництво НУ “Львівська політехніка”, 2005. – Т.2. *Вимірювальна техніка.* – 656 с. 2. Поліщук Є.С., Дорожжовець М.М., Яцук В.О. та ін. *Метрологія та вимірювальна техніка / За ред. проф. Є.С.Поліщука.* – Львів: Бескид-Біт, 2003. – 544 с. 3. ГОСТ 1954-82. *Меры электродвижущей силы. Элементы нормальные Общие технические требования.* 4. *Справочник по электроизмерительным приборам / К.К.Илюнин, Д.И. Леонтьев, Л.И. Небебина и др.; Под ред. К.К.Илюнина.* – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 784 с. 5. А.с.789765 СССР, G01R17/10. *Мера ЭДС / В.Г. Бойчук., В.А. Кочан* – № 2639557/18-21; Заявл. 22.06.1978; Опубл. 23.12.1980, Бюл. № 47. – 3 с.

УДК 658.62.018.012

МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

© Столярчук Петро, Байцар Роман, Гунькало Алла, 2008

Національний університет “Львівська політехніка”, вул. С. Бандери, 12, Львів, Україна
allagunkalo@ukr.net

Розглядаються методи оцінювання систем управління якістю (СУЯ), їхні переваги і недоліки. Встановлено, що для оцінювання СУЯ декількох підприємств-конкурентів можна використовувати ті самі методи, що і для оцінювання якості продукції (рейтингові методи). Визначено, що оцінювання СУЯ доцільно здійснювати на основі комплексного аналізу процесів.

Рассматриваются методы оценки систем управления качеством (СУК), их преимущества и недостатки. Установлено, что для оценки СУК нескольких предприятий-конкурентов можно использовать те же методы, что и для оценки качества продукции (рейтинговые методы). Определено, что оценивание СУК целесообразно осуществлять на основе комплексного анализа процессов.

The estimation method of the quality management system (QMS) are considered, their advantages and lacks are revealed. Is determined, that for an QMS estimation of a few enterprises-competitors can be used the same methods, that and for estimation of product quality (rating methods). It is definite, that the QMS evaluation is expediently to carry out on the basis of the complex analysis of processes.

Останнім часом підприємства України активно залучилися до впровадження і сертифікації систем

управління якістю (СУЯ) відповідно до міжнародних стандартів ISO серії 9000. Основним мотивом є підви-