

ВИЗНАЧЕННЯ СТАТИЧНИХ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСФОРМАТОРНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ТЕП ЗІ ЗРАЗКОМ СЛАБКИХ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ РІДИН

*Себко Вадим Вадимович, д.т.н., проф.,
Забіяка Наталія Анатоліївна, Ph.D., ст.викладач,
Костенко Єлизавета Сергіївна, студентка,
Гуменюк Катерина Олександрівна, студентка
Національний технічний університет «Харківський політехнічний
інститут»
zabijaka.nata93@gmail.com*

На сьогодні, у сучасній літературі є практично відсутній загальний підхід щодо оцінювання похибок багатопараметрових електромагнітних вимірювань фізико-хімічних параметрів зразків слабких електролітичних рідин (до яких відносять харчові продукти, зразки стічних вод харчових виробництв). Саме тому способи, прийоми та алгоритми, які пов'язано з оцінюванням похибок багатопараметрових вимірювань функції багатьох змінних, тобто функції перетворення, яка виражена залежністю нормованих характеристик перетворювачів (нормованих узагальнених характеристик, амплітуди U та фазових кутів зсуву φ , опорів Ω та поточозчеплень ψ) від багатьох інформативних параметрів електролітичних рідин, потребують подальшого розвитку.

Метою роботи є дослідження методики оцінювання похибок двопараметрових вимірювань електричних та температурних параметрів зразків стічних вод на базі трансформаторного електромагнітного перетворювача (ТЕП).

Для універсальної функції перетворення, яка пов'язує параметри рідини з сигналами ТЕП $A=f(G)$ [1–3], абсолютну похибку вимірювань можна розглянути як частинний диференціал функції:

$$dA = \frac{\partial A}{\partial G} dG, \quad (1)$$

де $\frac{\partial A}{\partial G}$ – частинна похідна A по G , dG – диференціал G .

Відносний диференціал функції $A=f(G)$, з урахуванням [2], має наступний вигляд:

$$\frac{dA}{A} = \frac{1}{A} \cdot \frac{\partial A}{\partial G} G \frac{dG}{G}. \quad (2)$$

При відомому радіусі a скляної трубки (який дорівнює радіусу рідини) і відомих значеннях частоти f електромагнітного поля ТЕП, для питомого електричного опору λ зразків стічних вод, отримаємо:

$$\frac{dA}{A} = \frac{da}{a} - \frac{d\lambda}{2 \cdot \lambda} + \frac{df}{2 \cdot f}, \quad (3)$$

де $\frac{da}{a}$; $\frac{d\lambda}{\lambda}$ і $\frac{df}{f}$ – відносні диференціали інформативних параметрів

досліджуваної моделі: ТЕП → зразок стічних вод, тобто: a , λ і f .

При цьому:

$$\frac{dG}{G} = \frac{dE_2}{E_2} - \frac{dE_{20}}{E_{20}}, \quad (4)$$

де dE_2 / E_2 та dE_{20} / E_{20} – відносні диференціали відповідних величин ЕРС ТЕП зі зразками стічних вод.

З виразів (1–4), маємо:

$$\frac{da}{a} - \frac{d\lambda}{2 \cdot \lambda} + \frac{df}{2 \cdot f} = \frac{1}{A} \cdot \frac{\partial A}{\partial G} \cdot G \cdot \left(\frac{dE_2}{E_2} - \frac{dE_{20}}{E_{20}} \right). \quad (5)$$

Звідси випливає:

$$\frac{d\lambda}{\lambda} = 2 \cdot \frac{da}{a} + \frac{df}{f} - 2 \cdot \frac{\partial A}{\partial G} \cdot \frac{G}{A} \cdot \left(\frac{dE_2}{E_2} - \frac{dE_{20}}{E_{20}} \right). \quad (6)$$

На підставі наведеного вище, через абсолютний диференціал з урахуванням результатів робіт [1–3], можна записати формулу для визначення абсолютної похибки питомого електричного опору γ_λ зразків стічних вод

$$d\lambda = \lambda'_{t_0} \cdot dt_0 + \lambda'_\alpha d\alpha + \lambda'_t dt + \lambda'_{\lambda_0} d\lambda_0, \quad (7)$$

де "штрихи" означають частинні похідні функції електропровідності стічних вод λ за аргументами, вказаними індексами; dt_0 ; $d\alpha$; dt і $d\lambda_0$ – диференціали t_0 , α , t і λ_0 .

Застосувавши позначення для відносних похибок вимірювань радіусу a та компонентів сигналів ТЕП: ΔE , E_o , $\Delta\varphi$, а також питомої електричної провідності χ_0 зразка стічних вод (при початковій температурі t_0) і частоті магнітного поля f у вигляді γ_a , γ_σ , γ_f , $\gamma_{\Delta\varphi}$ і γ_{E_0} , є можливим записати:

$$\gamma_\chi = 1,1 \cdot \sqrt{(B_{\lambda_0} \gamma_{\Delta\varphi})^2 + (\gamma_{\Delta E})^2 + (2\gamma_a)^2 + (\gamma_{E_0})^2 + (\gamma_f)^2}, \quad (8)$$

$$\gamma_t = 1,1 \cdot \sqrt{B_{\Delta E}^2 \gamma_{\Delta E}^2 + \gamma_{E_0}^2 + \gamma_f^2}, \quad (9)$$

де $B_{\Delta E}$ – коефіцієнт впливу, при довірчій вірогідності $P = 0,90$ (коефіцієнт надійності $m_0 = 1,1$), γ_f – відносна похибка вимірювань частоти магнітного поля f , при початковій температурі t_0 .

При розрахунках температурної похибки, яка впливає на компоненти сигналів ТЕП маємо

$$\gamma_{t_{E\Sigma\Xi}} = m_0 \cdot \sqrt{(B_{E\Sigma} \gamma_{E\Sigma})^2 + \gamma_{f_1}^2 + (B_r \gamma_r)^2}; \quad (10)$$

$$\gamma_{t_\phi} = m_0 \cdot \sqrt{(B_\phi \gamma_\phi)^2 + (B_r \gamma_r)^2 + \gamma_{f_1}^2}; \quad (11)$$

$$\gamma_{t_f} = m_0 \cdot \sqrt{(B_f \gamma_f)^2 + (B_r \gamma_r)^2 + \gamma_{f_1}^2 + \gamma_\phi^2}. \quad (12)$$

Таким чином, за рахунок застосування співвідношень, які описують точнісні характеристики багатопараметрових перетворювачів визначено похибки вимірювань компонентів сигналів електромагнітних перетворювачів на основі оцінювання характеристик функції багатьох змінних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кісіль І.С. Метрологія, точність і надійність засобів вимірювань: навчальний посібник. Івано-Франківськ: Факел, 2002. 400 с.
2. Багмет О.Л., Себко В.П., Себко В.В. Математичні методи багатопараметрового контролю: навчальний посібник. Харків: НТУ «ХП», 2011. 68 с.
3. Кучерук В.Ю., Іщенко В.А., Петрук В.Г. Оцінення статичних метрологічних характеристик системи контролю мікроконцентрації забруднювальних газів. *Вісник Інженерної Академії України*. 2007. № 3. С. 130–134.

КОМП'ЮТЕРНО МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧІ ВЗАЄМОДІЇ ВОДНЯ З МЕТАЛОМ

Любименко Олена Миколаївна, к.ф.-м.н., доц.
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
olena.liubymenko@donntu.edu.ua

Зі зростанням попиту на чисті технології для мікро- та наноелектроніки, що потребують атмосфери водню як відновлювального газу, виникає необхідність у засобах контролю його використання для запобігання витокам і вибухам водневих сумішей, а також у відповідних технологіях виготовлення сенсорів водню. Для прикладу, можна згадати завдання в енергетиці, захист конструкційних матеріалів від водневої корозії, проектування хімічних реакторів, ракетобудування, вакуумну техніку та технології. Важливими є не лише дифузійні процеси всередині металу, а й фізико-хімічні явища на його поверхні. Присутність домішок (зокрема, водню) в металах, що перебувають під дією внутрішніх напружень різного фізичного походження, є важливою для багатьох галузей де застосовується метал, тому комплексна візуалізація фізичної та математичної моделі регулювання водневої проникності металів, яка враховує внутрішні напруження у металах та сплавах різного походження і наявність