

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНДУКТОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИСОКООМНИХ ОБ’ЄКТІВ

ã Походило Є.В., Плахтій Н.Л., 2010

Проаналізовано вплив неінформативних параметрів на результат вимірювання імітансу високоомних об’єктів. Запропоновано способи їх зменшення вдосконаленням контактної кондуктометричної перетворювача.

There has been analyzed the influence of uninformative parameters on the result of immitance of high-resistant objects measuring. The methods of their diminishment which were improved due to contact conductometric transformer have been suggested.

Вступ. Широке застосування ємнісних первинних перетворювачів (сенсорів, кондуктометричних комірок) у контактній кондуктометрії, зокрема для дослідження чи ідентифікації рідин, зумовлено простотою реалізації, оперативністю та доступністю. Ринок сьогодні пропонує багато типів таких пристроїв різного конструктивного виконання [1, 2]. Це двоелектродні та чотириелектродні сенсори занурювальної (протічної) та заливної конструкції з різною формою електродів: стержневі, плоскі чи циліндричні. Використання таких сенсорів для вимірювання параметрів високоомних рідинних об’єктів породжує проблеми, пов’язані з:

- крайовими ефектами безпосередньо ємнісного сенсора;
- провідністю елементів конструкції сенсора;
- залишками об’єктів контролю та забруднень на електродах;
- під’єднанням сенсора до вимірювального засобу.

Для зменшення впливу зазначених факторів необхідно дотримуватися фіксованої орієнтації сенсора (занурювального типу) у посудині з рідиною, фіксованого об’єму комірки, промивання (протирання) сенсора перед вимірюванням, особливі під’єднання сенсора тощо. Те саме стосується сенсорів заливного типу, окрім орієнтації останнього. Однак на дні такого сенсора утворюється більша неінформативна провідність, зумовлена залишками, осадом тощо. Це призводить до порушення умов вимірювання, незручності та збільшення тривалості вимірювання, а також зростання похибок. Завданням цієї роботи є аналізування впливу зазначених неінформативних параметрів на результат вимірювання інформативного параметра та пропонування заходів щодо зменшення такого впливу. Необхідно зазначити, що стосується це кондуктометричних комірок як плоскої, так і циліндричної конструкції, оскільки як у першому, так і в другому випадку змінюється схема заміщення об’єкта.

Двоелектродні кондуктометричні сенсори. Аналіз впливу зазначених факторів доцільно здійснювати за схемою заміщення двоелектродного кондуктометричного сенсора (рис. 1, а, б). З урахуванням усіх впливних величин схема заміщення контрольованого об’єкта набуває вигляду, зображеного на рис. 1, в. Зображені на схемі опори Z_3 та Z_4 характеризують імпеданс ізолятора, на якому розміщені електроди та залишки продукту попередніх вимірювань; C – конструктивна (геометрична) ємність, утворена геометричними розмірами електродів, та паразитна ємність, утворена під’єднувальними дротами та крайовими ефектами сенсора; Z_1 та Z_2 – імпеданс, зумовлений залишками продукту, окисненням електродів тощо; Z_x – імпеданс контрольованого об’єкта.

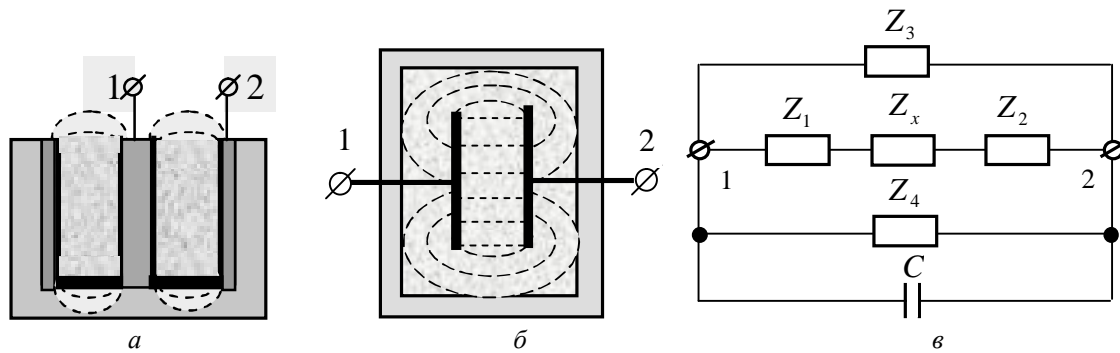


Рис. 1. Конструктивне виконання двоелектродних кондуктометричних сенсорів заливного (а) та занурювального (б) типів та електрична схема їх заміщення (в)

Вплив крайових ефектів кондуктометричних сенсорів занурювального типу зумовлений міжелектродними провідностями поза активною площею електродів сенсора (на рис. 1, б це непрямі пунктирні лінії), причому вона залежить від орієнтації сенсора в посудині з рідиною та від її діелектричної проникності. Тому виконують кондуктометричні комірки із замкнутим об'ємом (рис. 1, а) контрольованої рідини і тоді крайові ефекти таких сенсорів зумовлені лише провідностями їх відкритої частини. Для сенсорів занурювального типу спостерігається незначний вплив їхньої орієнтації в посудині (потоці рідин) відкритою частиною, а для заливних сенсорів – рівня заливання рідини. Зменшення триелектродного імпедансу двоелектродних сенсорів (переважно вживається триелектродна ємність), що подібне до охарактеризованих вище імпедансів Z_1 , Z_2 , здійснюється, як відомо [3], збільшенням частоти тестового сигналу або використанням чотириелектродних сенсорів. Реалізуються такі технічні рішення у засобах контролю високопровідних об'єктів (водні розчини, кислоти) [4].

Триелектродні кондуктометричні сенсори. Третім електродом слугує захисний електрод, який широко використовується у засобах вимірювання геометричних розмірів [5], побудови еталонних конденсаторів [6], під'єднаннях високоомних електричних об'єктів екранованими дротами. Аналогічно до зазначеного пропонується додатково до вимірювальних використати такий захисний (третій) електрод і в кондуктометричних сенсорах. Приклади конструктивного виконання таких триелектродних сенсорів та їх схема заміщення наведені на рис. 2 а, б. Введення третього електрода призводить до послідовного з'єднання (рис. 2, в) розділеного імпедансу ізоляції Z_3 (Z'_3 та Z''_3), імпедансу Z_4 (Z'_4 та Z''_4), зумовленого крайовими ефектами сенсора, та ємності C (C' та C''). Якщо захисний електрод (електрод 3) під'єднати через незначний опір R до нульового потенціалу, то шунтувальна дія зазначеними неінформативними імпедансами практично зводить до нуля імпеданс об'єкта контролю. У такому разі спрощена еквівалентна схема такого сенсора з урахуванням зазначеного вже набуває вигляду, зображеного на рис. 2, в (імпеданс Z' , що охоплює ємність C' , імпеданси Z'_3 , Z'_4 та Z'' , куди входять ємність C'' , імпеданси Z''_3 , Z''_4).

У такому разі сукупний неінформативний імпеданс Z_{1-2} між вимірювальними електродами (1, 2) визначається за формулою

$$Z_{1-2} = Z' + Z'' + \frac{Z' Z''}{R},$$

а при $R \rightarrow 0$ імпеданс $Z_{1-2} \rightarrow \infty$.

Отже, під'єднавши захисний електрод до нульового потенціалу, усунемо зазначені вище неінформативні імпеданси, а саме: імпеданс ізоляційних конструкцій, осадження залишків продукту на дні заливних сенсорів, імпеданс, зумовлений крайовими ефектами та паразитною ємністю під'єднувальних дротів.

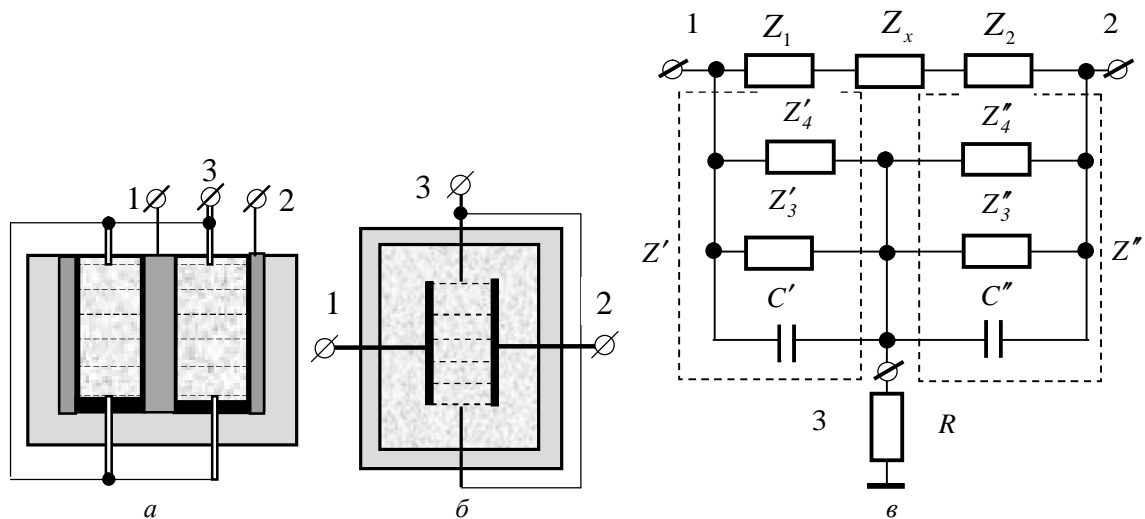


Рис. 2. Конструктивне виконання триелектродних кондуктометричних сенсорів залитого (а) та занурювального (б) типів та електрична схема їх заміщення(в)

П'ятиелектродні кондуктометричні сенсори. Триелектродні сенсори не усувають імпедансу, зумовленого залишками продукту попереднього контролю та забрудненням вимірювальних електродів Z_1 та Z_2 , сенсорів будь-яких конструкцій та форм електродів. Усувається такий імпеданс введенням в конструкцію триелектродного сенсора додатково ще двох електродів 3 та 4 (рис. 3, а). Тобто для забезпечення інваріантності результату до впливів будь-яких неінформативних імпедансів пропонується для вимірювання високоомних кондуктометричних об'єктів п'ятиелектродна схема. Схема заміщення у такому разі має вигляд, наведений на рис. 3, в.

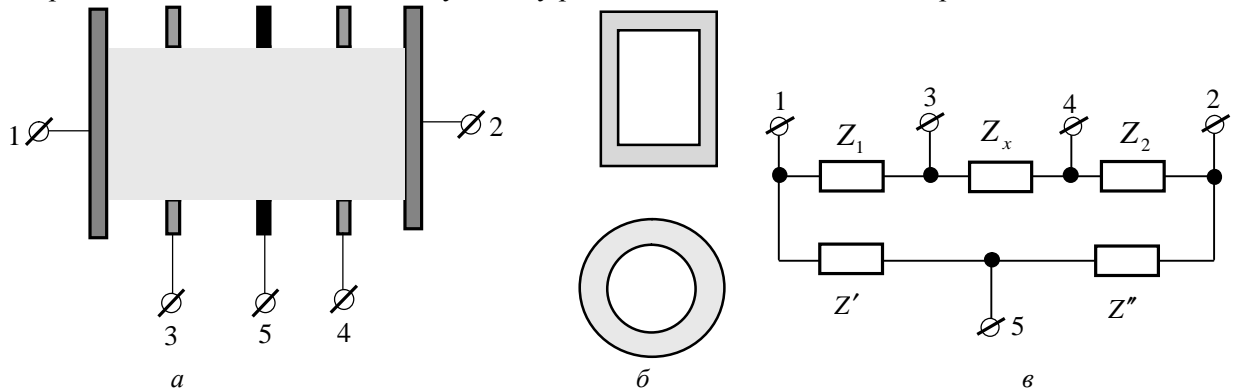


Рис.3. Конструктивне розміщення електродів п'ятиелектродних кондуктометричних сенсорів (а), варіанти форми електродів (б) та електрична схема заміщення (в)

Форма електродів 3, 4 і 5 (рис. 3, б) може бути прямокутна чи кругла. Необхідно зазначити, що використання такої форми захисного електрода формує активну площу вимірювальних електродів 1, 2. Тобто активна площа кондуктометричного сенсора (комірки) визначається площею вікна захисного електрода.

Висновки. На основі аналізу конструктивних особливостей кондуктометричних сенсорів та їх схем заміщень можна зробити такі висновки.

1. Для забезпечення інваріантності результатів вимірювання високоомних об'єктів кондуктометрії до неінформативного імпедансу, утвореного крайовими ефектами ємнісних кондуктометричних сенсорів та опором міжелектродної ізоляції, необхідно застосовувати триелектродні сенсори.

2. Запропоновано використовувати п'ятиелектродну схему під'єднання кондуктометричного сенсора для вимірювання високоомних об'єктів кондуктометрії, що забезпечує інваріантність результату до неінформативного імпедансу, утвореного різними залишками продукту на вимірювальних електродах різного конструктивного виконання та форми.

3. Триелектродна та п'ятиелектродна схема побудови може застосовуватися також в сенсорах для контролю іншого стану об'єктів, зокрема сипких речовин, газів тощо.

4. Використання захисного електрода дає можливість, не змінюючи конструктивних розмірів кондуктометричної комірки, змінювати її сталу зміною площі вікна захисного електрода.

1. library.abb.com/global/scot/scot203.nsf. 2. www.jumo.org.ua/index.php?categoryID=78. 3. Лопатин Б.А. Теоретические основы электрохимических методов анализа. Учебное пособие для университетов. – М.: Высшая школа, 1975. – 295 с. 4. www.hgcsms.kharkov.ua/ukr/news/Cukryst.doc. 5. Новик А.И. Системы автоматического уравнивания цифровых экстремальных мостов переменного тока. – К: Наук. думка, 1983. – 224 с. 6. Huntley L.E. and Jones R.N. Lumped parameter impedance measurements // *Proceedings of the IEEE*, June 1967.

УДК 621.317.73

Т.Г. Бойко

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра метрології, стандартизації та сертифікації

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯКОСТІ МЕТОДИК КВАЛІМЕТРИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ

© Бойко Т.Г., 2010

Досліджено способи встановлення єдиних вимог до норм і правил, необхідних для досягнення єдності та точності кваліметричного оцінювання продукції. Показано, що основною характеристикою точності кваліметричного оцінювання продукції є сумарна невизначеність кількісної оцінки якості.

The ways of determining single requirements to norms and rules, necessary for the achievement of coherence and precision in production qualimetric evaluation are investigated. Total uncertainty of quality quantitative estimation is practically supported to be a main characteristic of production qualimetric evaluation accuracy.

Постановка проблеми. Загалом у розвитку кваліметрії простежується тенденція в напрямку об'єктивізації методів отримання кількісної оцінки якості (КОЯ) [1]. Здебільшого, хоча й не завжди, КОЯ продукції практично формується за результатами вимірювання значень фізичних величин. При цьому оцінена (не фактична) якість виробів завжди залежить від якості первинної інформації, тобто точності отриманої оцінки [2].

Специфіка кваліметрії полягає в тому, що одержання КОЯ з метрологічного погляду можна порівняти зі складним опосередкованим вимірюванням, для виконання якого застосовується декілька ЗВТ та допоміжних пристроїв і яке ускладнене безпосереднім втручанням експериментатора. Навіть якщо в практичному застосуванні кваліметрії результат КОЯ трактувати як результат вимірювання, то його точність слід забезпечувати відмінними від класичної метрології методами та засобами, оскільки значення кількісної кваліметричної оцінки не є значенням фізичної величини, для неї не можна встановити одиницю, не існує еталонів і не можна побудувати схему передавання розміру.

Передусім треба зауважити, що кінцевий результат кваліметричного оцінювання продукції отримується за результатами підсумування відносних значень окремих показників з урахуванням