

livestock buildings. Using heat exchanger designed to piggery fattening 100 goals allows umenshet power consumption when compared to the base vehicle – fan heater AOB 0.9 M1-EVO (10 kW).

Heat recovery, methods, microclimate, animal room, temperature, heat transfer.

УДК 681.317.39

ОЦІНЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОХИБОК ПРИ КОНТРОЛІ ЯКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ ВОДИ ЗА ПАРАМЕТРАМИ ІМПЕДАНСУ

***О.Й. Гонсьор, кандидат технічних наук
Г.М. Дмитрів, інженер
Львівський національний аграрний університет***

У роботі розглядається електрична модель кондуктометричним клітини. Метод контролю якості води для своїх електричних параметрами. Аналіз характеристик помилок, що виникають при вимірюванні активної і реактивної складової провідності.

Контроль якості, електрофізичні показники якості, імпеданс, похибки.

Постановка проблеми. Особливий інтерес для промислової практики представляють електрохімічні методи аналізу, які дозволяють автоматизувати контроль якості води централізованого господарсько-питного водопостачання, контроль за дотриманням норм технологічного режиму у водопідготовці та моніторинг навколишнього середовища існування людини [1]. Варті уваги методи контролю якісних параметрів води за її електричною провідністю.

Аналіз останніх досліджень. Дослідження методів контролю якості води та молока з допомогою кондуктометрії подано в літературі [1–4]. Зокрема в [1] та [4] розглянуто контроль саме за активною та реактивною складовими електропровідності. Аналіз методів контролю молока за його електрофізичними параметрами розглянуто в [5].

Мета досліджень. Для вимірювання електричного опору (провідності) використовують двоелектродні кондуктометричні комірки, причому вимірювання доцільно проводити на змінному струмі. Еквівалентна електрична схема двоелектродної кондуктометричної комірки подана на рис. 1.

© О.Й. Гонсьор, Г.М. Дмитрів, 2015

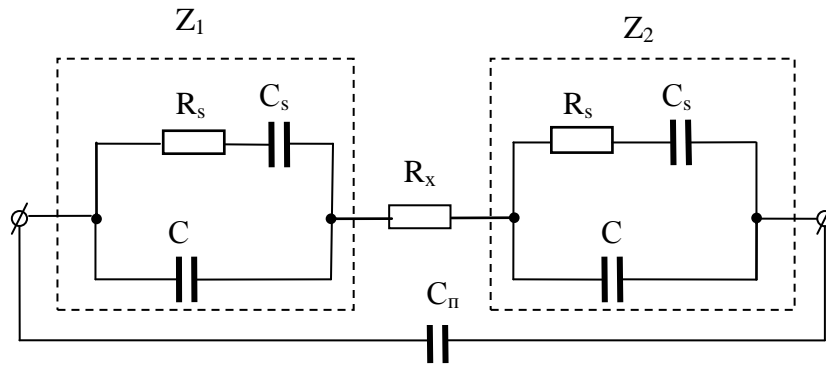


Рис. 1. Еквівалентна схема двоелектродної кондуктометричної комірки.

В даній схемі R_x – опір зразка питної води. Опір R_s та ємність C_s – елементи, які залежать від частоти, їх ще називають імпедансом Варбурга.

Результати досліджень. Фізичний зміст процесів, які проходять на електроді при протіканні змінного струму, можна представити наступним чином. Частина струму, що протікає через електроліт, витрачається на перезарядку конденсатора C , а інша – на розряд іонів на електроді, в результаті якого створюється додатковий поляризаційний опір R_s та ємність C_s , а також опір електрохімічної поляризації (рис. 1). Ємність C – ємність подвійного шару (не залежить від частоти), а ємність $C_{\text{п}}$ (паралельна ємність) визначається за формулою (1):

$$C_{\text{п}} = C_1 + C_2 + C_3, \quad (1)$$

де: $C_1 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_x S}{d}$; $C_2 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_n S}{d}$; C_3 – ємність між провідниками, які з'єднують електролітичну комірку з вимірювальним засобом.

Ємності C_1 та C_2 – визначаються відстанню між електродами d , площею електродів S , а також діелектричними проникностями розчину ε_x та повітря ε_n . Тобто, інформативним параметром, який містить інформацію про склад електроліту необхідно вважати також ємність C_1 . При цьому до паразитних ємностей, які зумовлюють похибки вимірювання, необхідно віднести лише ємності C_2 та C_3 . В літературних джерелах [2, 3] аналіз зазначених ємностей не проводиться, причому як інформативний параметр аналізується лише активний опір розчину, а ємність C_n приймається як паразитна. Тому доцільно провести аналіз схеми заміщення за активною та реактивною складовими як інформативними параметрами комплексної провідності багатoelementного двополюсника, схема якого зображена на рис. 1.

Дослідження еклектичних параметрів води доцільно здійснювати на високих частотах. При збільшенні частоти до декількох десятків кілогерц елементи C_S та R_S , які залежать від частоти, можна прийняти рівними нулю 0. Тоді схема вимірювань значно спроститься і набуде наступного вигляду (рис. 2).

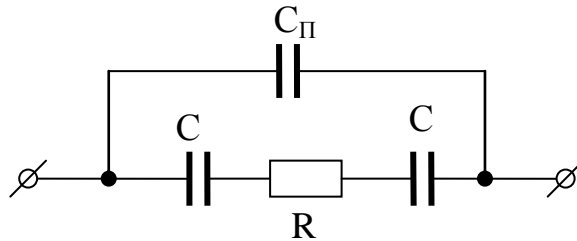


Рис. 2. Схема заміщення електролітичної комірки при вимірюваннях на високих частотах.

За такою схемою (рис. 2) вираз для комплексної провідності можна представити наступним чином:

$$Y = \frac{j\omega C + j\omega 2C_{\Pi} - \omega^2 C_{\Pi} RC}{2 + j\omega RC} = \frac{(j\omega C + j\omega 2C_{\Pi} - \omega^2 C_{\Pi} RC)(2 - j\omega^2 RC)}{4 + \omega^2 R^2 C^2}. \quad (2)$$

Згідно сучасних тенденцій доцільно вимірювати активну та реактивну складову електричної провідності води [4]. Виділимо активну та реактивну складову провідності. Активна складова (після здійснення необхідних математичних перетворень) матиме наступний вигляд:

$$\operatorname{Re}(Y) = G \frac{1}{1 + \left(\frac{2G}{\omega C}\right)^2}. \quad (3)$$

Виходячи з (2) реактивну складову провідності можна записати такою формулою:

$$\operatorname{Im}(Y) = \omega C_{\Pi} \left(1 + \frac{2 \frac{C}{C_{\Pi}}}{4 + \omega^2 R^2 C^2} \right). \quad (4)$$

Отже для еквівалентної схеми двоелектродної електролітичної комірки, яка використовується для контролю якості питної води виділено активну та реактивну складову, які описуються формулами (3) та (4). Як видно з даних формул активна складова провідності не залежить від паразитної ємності C_{Π} . Проте вплив паразитного ємнісного опору $X=1/\omega C_{\Pi}$ слід враховувати, оскільки він теж утворює похибку при вимірюваннях.

Дослідимо похибку, яка виникає при контролі якості води з допомогою схеми заміщення зображеної на рис. 1. Розглянемо похибку

вимірювання окремо для активної та реактивної складової. Для активної складової формула обчислення відносної похибки вимірювань матиме вигляд:

$$\delta_1 = \frac{\operatorname{Re}(Y) - \operatorname{Re}(Y_0)}{\operatorname{Re}(Y_0)} = \frac{\operatorname{Re}(Y)}{\operatorname{Re}(Y_0)} - 1. \quad (5)$$

Для реактивної складової:

$$\delta_2 = \frac{\operatorname{Im}(Y) - \operatorname{Im}(Y_0)}{\operatorname{Im}(Y_0)} = \frac{\operatorname{Im}(Y)}{\operatorname{Im}(Y_0)} - 1. \quad (6)$$

У формулах (5) та (6) Y – провідність досліджуваного зразка якості питної води; Y_0 – провідність базового зразка питної води.

Підставляючи формули (3) та (4) у формули (5) та (6) відповідно, та здійснюючи необхідні математичні перетворення, отримаємо вирази для оцінювання похибки активної та реактивної складової:

$$\delta_{\operatorname{Re}} = \frac{1}{1 + 4\left(\frac{G}{\omega C}\right)^2} - 1. \quad (7)$$

$$\delta_{\operatorname{Im}} = \frac{2\frac{C}{C_{II}}}{4 + \left(\frac{\omega C}{G}\right)^2}. \quad (8)$$

Аналізуючи отримані формули а також рис. 2, можна зробити висновок, що при $\omega \rightarrow \infty$, $\delta_{\operatorname{Re}} \rightarrow 0$ та $\delta_{\operatorname{Im}} \rightarrow 0$. Тому для підвищення точності доцільно вимірювання проводити на високих частотах.

Дослідимо графічну залежність похибки активної складової вимірювань за формулою (7) із допомогою пакету Maple.

Прийmemo, що $G/\omega C = b$. Отримаємо графічну залежність $\delta_{\operatorname{Re}}$ від $G/\omega C$ (рис. 3).

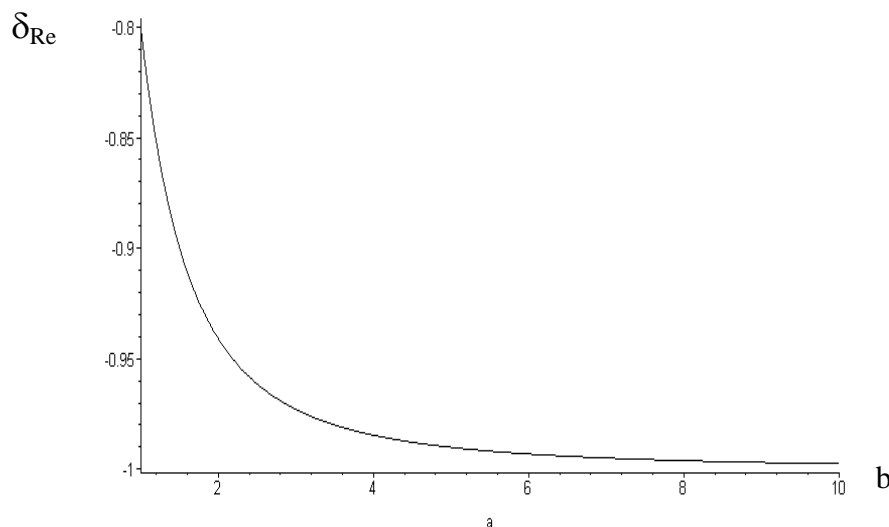


Рис. 3. Графічна залежність похибки активної складової вимірювань.

Дослідимо графічну залежність похибки реактивної складової вимірювань за формулою (8) Для цього виконаємо такі перетворення $C/C_{\Gamma} = a$, $G/\omega C = b$. Отримаємо (рис. 4):

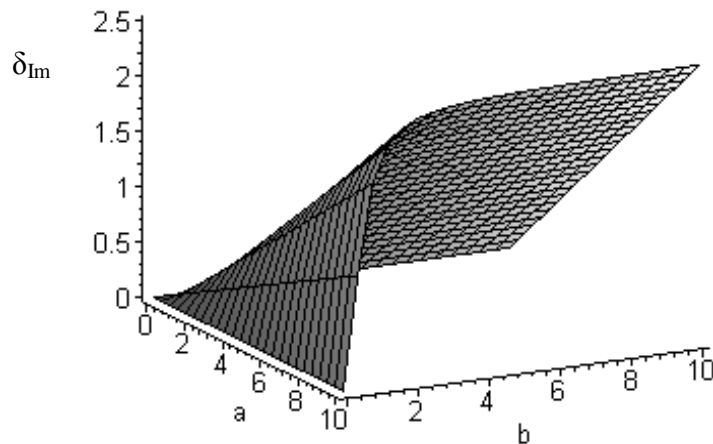


Рис. 4. Графічна залежність похибки реактивної складової вимірювань.

Отже, як впливає із наведених вище досліджень із ростом частоти вимірювань еквівалентна схема електролітичної комірки спрощується, а похибка вимірювань як активної так і реактивної складових зменшується. Тобто нівелюється вплив неінформативних параметрів на результати вимірювання.

Висновок. При контролі електропровідності води шляхом застосування двоелектродної кондуктометричної комірки, доцільно вимірювання проводити на високих частотах, щоб забезпечити необхідну точність результатів вимірювання. Врахування значення реактивної складової електропровідності води дозволяє підвищити чутливість та точність методу.

Список літератури

1. Походило Є.В. Контроль якості питної води за електричними параметрами / Є.В. Походило, О.Й. Гонсьор // Вимірювальна техніка та метрологія. 2008. – Вип. 68. – С. 237–242.
2. Робинсон Р. Растворы электролитов / Р. Робинсон, Р. Стокс. – М.: Издательство иностранной литературы, 1963. – 646 с.
3. Лопатин Б.А. Кондуктометрия / Б.А. Лопатин. – М.: Высшая школа, 1964. – 240 с.
4. Гонсьор О.Й. Вдосконалення нормативно-методичного забезпечення для оцінювання якості питного водопостачання: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук, спец. 05.01.02 «Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення» / О.Й. Гонсьор. – Львів, 2008. – 20 с.
5. Малик О.В. Метод контролю якості молока за електричними параметрами: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук, спец. 05.01.02 «Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення» / О.В. Малик. – Львів, 2013. – 22 с.

В работе рассматривается электрическая модель кондуктометрической клетки. Метод контроля качества воды для своих электрических параметрами. Анализ характеристик ошибок, возникающих при измерении активной и реактивной составляющей проводимости.

Контроль качества, электрофизические показатели качества, импеданс, погрешности.

In paper the electric model of conductometric cell is examined. The method of water quality control for its electrical parameters is considered. The analysis of the characteristics of errors arising in the measurement of active and reactive component of conductivity.

Quality control, the electrical qualitative indexes, impedance, measurement error.

УДК 677.31

ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛІ ІЗ БУДІВЕЛЬНОЇ ПОВСТІ ДЛЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

***Е.Б. Алієв, кандидат технічних наук
Інститут олійних культур НААН***

В результаті розрахунку теплофізичних властивостей деяких конструкцій сендвіч-панелей із будівельної повсті отримані графіки розподілу температури і точки роси по її ширині. На основі теоретичних досліджень теплофізичних властивостей сендвіч-панелі із будівельної повсті встановлено її раціональний склад «OSB (8 мм) – повсть (20 мм) – прошарок (10 мм) – сталь (0,5 мм)», який характеризується опором теплопередачі і питомими тепловими витратами.

Повсть, теплофізичні властивості, сендвіч-панелі, тваринницькі приміщення, температура, теплопередача.

Постановка проблеми. В останні роки при будівництві тваринницьких приміщень знайшли широкого використання трьохшарові сендвіч-панелі. Їх застосування при зведенні капітальних споруд та збірних модульних будівель отримало повсюдне поширення завдяки їх легкій вазі, стійкості конструкції, значній механічній міцності, а також високими показниками шумо- та теплоізоляції [1].

© Е.Б. Алієв, 2015