

УДК 681.317.39

**О.Й. Гонсьор, доц., канд. техн. наук***Львівський національний аграрний університет, м. Львів, Україна,**E-mail: gonsor\_oksana@mail.ru*

## Вимірювальний перетворювач для дослідження сільськогосподарської продукції за імітансом

В даній статті розглянуто метод контролю якісних параметрів сільськогосподарської продукції за її електричними параметрами з допомогою перетворювача «імітанс-напруга». Наведено еквівалентну електричну схему чотиризарядкової електролітичної комірки з об'єктом досліджень. Також розглянуто структурну та електричну схему вимірювального перетворювача, який дає можливість виміряти активну та реактивну складові імітансу об'єкту досліджень та порівняти їх з відповідними значеннями базового зразка.

**вимірювальний перетворювач, контроль якості, електричні показники якості, імітанс**

**О.И. Гонсьор, доц., канд. техн. наук***Львовский национальный аграрный университет, г. Львов, Украина***Измерительный преобразователь для исследования сельскохозяйственной продукции по имитансу**

В данной статье рассмотрен метод контроля качественных параметров сельскохозяйственной продукции по электрическим параметрам с помощью преобразователя «имитанс-напряжение». Показана эквивалентная электрическая схема четырехэлектродной электролитической ячейки с объектом исследования. Также рассмотрены структурная и электрическая схемы измерительного преобразователя, который дает возможность измерить активную и реактивную составляющие имитанса объекта исследований и сравнить их с соответствующими значениями базового образца, **измерительный преобразователь, контроль качества, электрические показатели качества, имитанс**

**Постановка проблеми.** Вимірювання і контроль параметрів якості різних об'єктів, представлених багатоеlementною еквівалентною схемою заміщення, часто використовується при дослідженні різних хімічних процесів, вимірюванні вологості, електропровідності, вмісту солей, дослідженнях у біології, медицині, електрохімії і інших областях. Вирішення перелічених задач можна здійснити за допомогою сучасних апаратних і програмних засобів.

Важливим є забезпечення оперативного контролю якості сільськогосподарської продукції, з визначенням основних її властивостей на основі електрофізичних параметрів. Одним із перспективних напрямів побудови технічних засобів контролю якості таких об'єктів є вимірювання імітансу багатоеlementного двополюсника, яким вони подаються [1]. При цьому доволі просто реалізуються прийняті в кваліметрії методи оцінювання якості – диференційний або комплексний [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Істотний внесок у розвиток теорії і практики отримання інформації про параметри елементів двополюсника внесли наукові дослідження представлені в наукових працях [3-6], де висвітлено можливості контролювати певні параметри води, спиртових розчинів та інших об'єктів шляхом вимірювання комплексної провідності (адмітансу) Серед робіт останніх років слід зазначити дисертаційні роботи М.Р. Герасим [7], Плахтій Н.Л. [8], Мартинович Н.В. [9] В результаті проведених ними досліджень вирішена низка важливих теоретичних і практичних питань, що стосуються методів вимірювання електричних параметрів

різних об'єктів кваліметрії та метрологічного забезпечення вимірювань. Проте важливим питанням є розроблення вимірювального перетворювача для реалізації диференційного методу оцінювання якісних параметрів продукції.

**Постановка завдання.** Як було зазначено вище, одним із перспективних варіантів реалізації оперативного контролю якості сільськогосподарської продукції є вимірювання узагальнених (інтегральних) показників. В даному випадку пропонується як інтегральний показник вимірювати активну та реактивну складові комплексної електричної провідності об'єкта дослідження та порівнювати отримані значення з відповідними параметрами базового зразка. Основними перевагами методу є відносно висока точність та відтворюваність, простота та доступність приладів, можливість автоматизувати процес досліджень [10, 11].

Принцип вимірювань заснований на залежності електричної провідності продукції, яка поміщена в електролітичну комірку (об'єкт досліджень), від кількості розчинених солей. Комірка – це заповнена електролітом (досліджуваною речовиною) посудина з двома або більше електродами. Проводиться таке вимірювання як на постійному, так і на змінному струмі з використанням контактних і безконтактних сенсорів.

**Виклад основного матеріалу.** В методі, який розглядається, об'єкт контролю подається у вигляді двополюсника в колі змінного струму та вимірюються активна та реактивна складові його імітансу. Вимірювання рекомендується здійснювати з допомогою чотириелектродної електролітичної комірки, оскільки її застосування дозволяє усунути ряд похибок, зокрема похибку від поляризації [12].

Чотириелектродна електролітична комірка має два струмові та два потенціальні електроди. До струмових електродів підводиться стабілізований змінний струм. Поляризація завжди буде спостерігатися на струмових електродах. Потенціальні електроди розміщені в глибині рідини, де поляризації від струмових електродів вже немає.

Еквівалентна схема чотириелектродної електролітичної комірки, яка використовується для контролю якості об'єкта досліджень за електричними параметрами зображена на рис. 1:

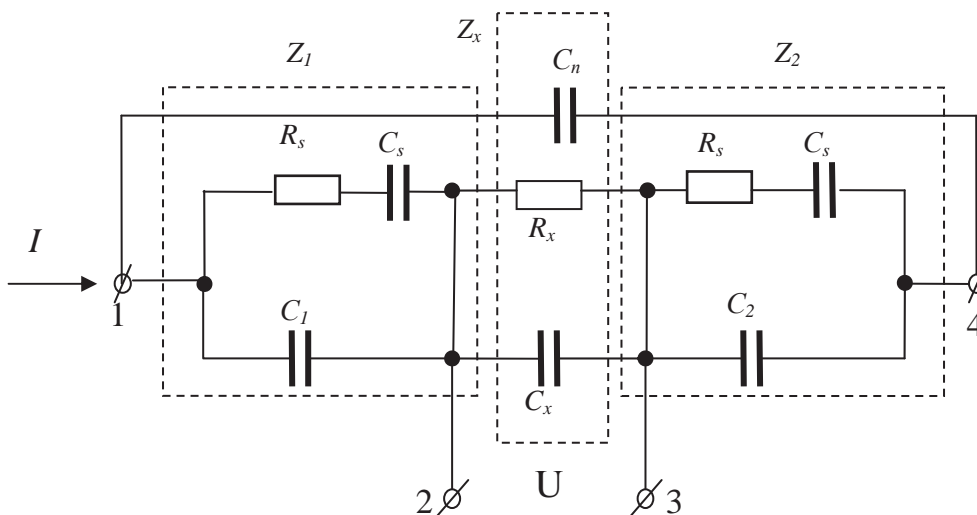


Рисунок 1 – Еквівалентна електрична схема чотириелектродної електролітичної комірки

В наведеній еквівалентній схемі 1, 4 – струмові електроди, 2, 3 – потенціальні.  $Z_1$ ,  $Z_2$  та  $Z_x$  – утворюють інформативний імітанс схеми вимірювання

Вплив частотозалежних елементів, таких як неінформативна паралельна ємність  $C_{II}$  та імпеданс Варбурга (опір  $R_s$  та ємність  $C_s$ ) усуваються апаратними методами, тобто

Комплексний опір  $Z_X$  в являє собою паралельну схему заміщення ємнісного характеру з елементами  $R_X$  та  $C_X$ .

Ємнісна складова зумовлена переміщенням зарядів один відносно другого на електродах, що проходить при змінах струму в розчині електроліту; активна складова - це опір електроліту. Ємності  $C_1$  та  $C_2$  – ємності подвійного шару, які є нестабільними і їх вплив необхідно усунути в процесі вимірювання.

З допомогою сучасних пристроїв можливо реалізувати вимірювання як активної так і реактивної складової провідності. При проведенні подібних вимірювань за інформативний параметр приймають, як правило, лише активну провідність. Проте дослідження показали [12], що доцільно реактивну складову теж вважати інформативним параметром комплексної провідності багатоелементного двополюсника.

В даний час особливо важливо, щоб результати вимірювань можна було опрацювати з допомогою комп'ютерних засобів і таким чином автоматизувати процес контролю. Використовуючи перетворювач провідності електролітичної комірки в напругу, який будується на основі операційних підсилювачів ОП1-ОП4, можна розробити чотиризатискачеву схему для контролю якості сільськогосподарської продукції імітансним методом. Застосування такої схеми дозволяє усунути вплив неінформативних параметрів на результати вимірювання (рис. 2). В процесі вимірювання визначаються електричні параметри базового та досліджуваного зразка продукції та переводяться у формат, зручний для перетворення в цифровий код (напруга  $U_0$  та  $U_X$ ). Отримані значення порівнюють, аналізують та роблять висновки про відповідність чи не відповідність зразка вимогам нормативних документів.

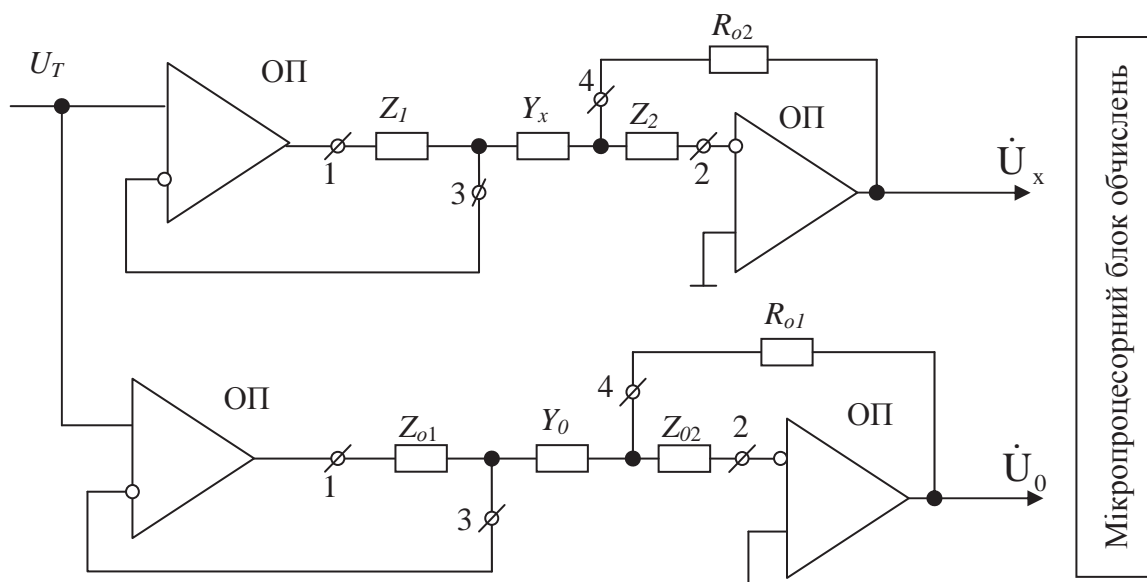


Рисунок 2 – Електрична схема вимірювального перетворювача для контролю якості сільськогосподарської продукції за електричними параметрами

Виходячи з даної схеми, з допомогою виразів (1) та (2), напруги  $U_X$  та  $U_0$  можна виразити через значення тестової напруги  $U_T$ :

$$\dot{U}_x = -U_T \frac{R_{01}}{Z_x} = -U_T R_{01} Y_x, \quad (1)$$

$$\dot{U}_0 = -U_T \frac{R_{02}}{Z_0} = -U_T R_{02} Y_0. \quad (2)$$

Подаючи сигнали  $U_x$  та  $U_0$  на фазочутливі детектори (ФД) та аналого-цифрові перетворювачі (АЦП), можна виділити активну та реактивну складову цих сигналів, порівняти їх та здійснити обчислення з допомогою мікропроцесорних засобів (рис. 3).

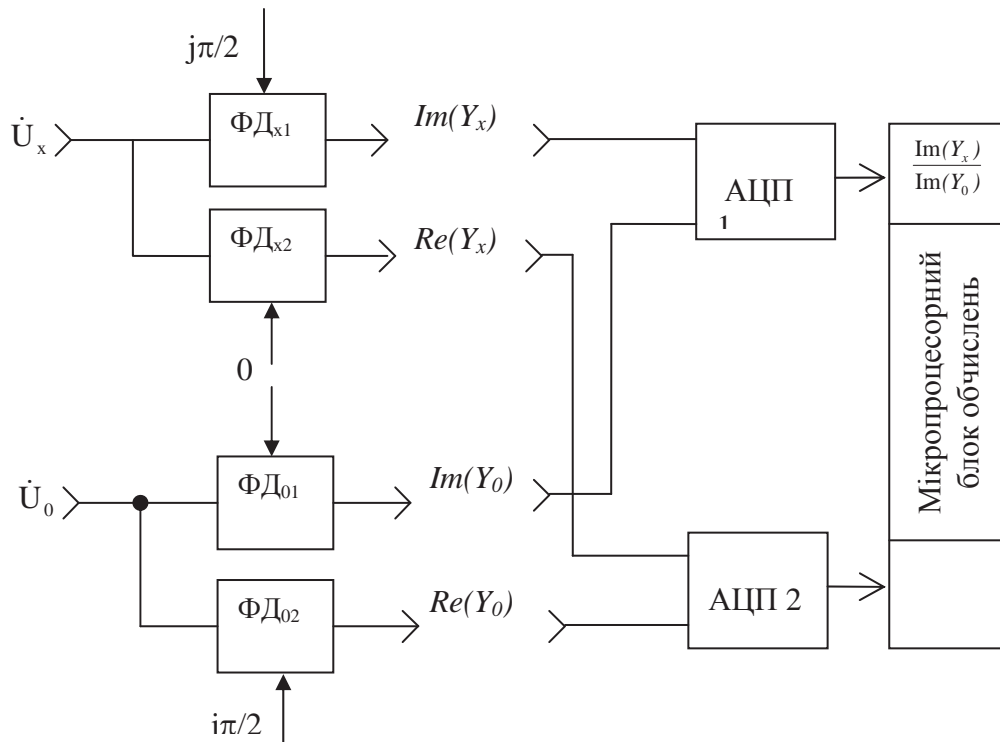


Рисунок 3 – Структурна схема вимірювального перетворювача для порівняння активної та реактивної складових імітансу

В даній схемі  $Im(Y_x)$ ,  $Im(Y_0)$  – активні складові провідності досліджуваного та базового зразків продукції,  $Re(Y_x)$ ,  $Re(Y_0)$  – реактивні складові провідності досліджуваного та базового зразків продукції.

Врахування в результат вимірювання не лише активної, а й реактивної складової провідності дозволить підвищити ефективність досліджень, оскільки реактивна складова є більш чутливою до зміни вмісту мікроелементів у досліджуваному зразку [12].

**Висновки.** Застосування мікропроцесорних засобів при контролі якісних параметрів сільськогосподарської продукції є перспективним напрямком. Такі пристрої дозволяють здійснювати оперативний контроль якості, зберігати результати в пам'яті, здійснювати їх опрацювання, порівняння та статистичний аналіз. На основі порівняння електричних параметрів базового та досліджуваного зразка продукції можна судити про рівень її якості. Застосування саме чотиризатискачевої схеми вимірювань дозволить усунути вплив неінформативних параметрів на результати вимірювання та автоматизувати сам процес вимірювань.

## Список літератури

1. Походило Є.В. Розвиток теорії та принципів побудови вимірювачів імітансу об'єктів кваліметрії: Автореф. дис. на здобуття наукового ступеня д-ра техн. наук, Львів, 2004. – 40 с.
2. Шишкин И.Ф. Основы метрологии, стандартизации и контроля качества: Учеб. Пособие / И.Ф. Шишкин. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 342 с.
3. Походило Є.В. Імітансний контроль якості: Монографія / Є.В. Походило, П.Г. Столярчук. – Львів: Видавництво Нац. ун-тету «Львівська політехніка», 2012. – 164 с.
4. Stolyarchuk P., Yatsuk V., Pokhodylo Je., Mikhaleva M., Boyko T., Basalkevych O. Electric Sensors for express-method Checking of liquid quality level monitoring, Sensors and Transducers, Vol. 8, Special Issue, 2010, p. 88—98. (Столярчук П., Яцук В., Походило Є., Міхалева М., Бойко Т., Басалкевич О. Електричний сенсорний експрес-метод контролю рівня якості рідин // Сенсори і перетворювачі. — Т. 8. Спеціальне видання, 2010. – С. 88 - 98.
5. Походило Є. В. Вимірювачі CLR з перетворенням «імітанс-напруга»: монографія / Є. В. Походило, В. В. Хома. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 292 с.
6. Мартинович Н.В. Дослідження твердості питної води за параметрами адмітансу / Н.В. Мартинович, Є. В. Походило // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – № 4. – С. 37-42.
7. Герасим М.Р. Розвиток метрологічного забезпечення вимірювання електрофізичних параметрів об'єктів кваліметрії неелектричної природи: Автореф. дис. на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, Львів, 2014. – 20 с.
8. Плахтій, Н.Л. Ідентифікація автомобільних бензинів за параметрами імітансу: Автореф. дис. на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, Львів, 2012. – 21 с.
9. Мартинович, Н.В. Метод вимірювання твердості води за параметрами імітансу та його метрологічне забезпечення: Автореф. дис. на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, Львів, 2012. – 20 с.
10. Андреев В.С. Об электрических эквивалентных схемах емкостных преобразователей для измерения электропроводности бесконтактным методом / В.С. Андреев // Измерительная техника, 1971. – №8. – С. 80-82.
11. Поліщук Є.С. Методи та засоби вимірювань неелектричних величин: Підручник / Є.С. Поліщук. – Львів: Вид. Національного університету «Львівська політехніка», 2000. – 360 с.
12. Гонсьор О.Й. Вдосконалення нормативно-методичного забезпечення для оцінювання якості питного водопостачання: Автореф. дис. на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, Львів, 2008. – 20 с.

**Oksana Gonsor, Assos. Prof., PhD tech. sci.**

*Lviv National Agrarian University, Lviv, Ukraine*

### **Measuring transducer for the study of agricultural products impedance**

The objective of the work is to analyze the transmitter, designed for quality control of agricultural products at its electrical parameters (immittance)

In this article the method of control the quality parameters of agricultural products for its electrical parameters using the converter "immittance-voltage" is examined. An equivalent electric scheme electrolytic cell with the object of research is shows. Also the structural and electrical circuit transmitter that makes it possible to measure the active and reactive components immittance research object and compare them with relevant values of the base model are considered.

Conclusion: comparing the electrical parameters of the base and sample products can conclude its level of quality. Application is four-electrode measurement circuit will eliminate the often useless parameters influence on measurement results and automate the process of measurement.

**measuring transducer, quality control, electrical quality indicators immittance**

Одержано 11.11.12