

ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕЧОВИН

УДК 658.562

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТАКТНИХ ПЕРВИННИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ

Т.З. Бубела, П.Г. Столярчук

*Національний університет "Львівська політехніка", вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013,
тел. (0322)258-23-94, (068)143-32-95*

Представлені результати досліджень контактних перетворювачів для контролю водних розчинів імітансними методами. Предметом експериментального пошуку були різні матеріали електродів, їх температурні та часові характеристики, а також різні за ступенем провідності об'єкти контролю.

Ключові слова: дротяний електрод, контактний первинний перетворювач, водний розчин, концентрація, електрохімічна комірка, адмітанс, частота, часова характеристика.

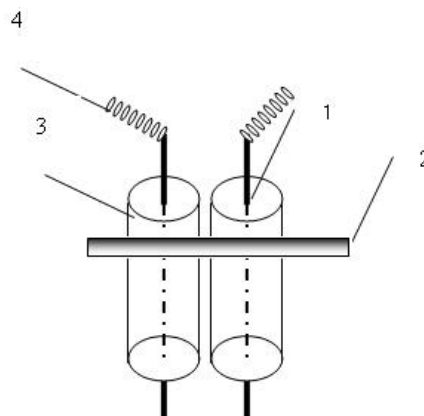
Представлены результаты исследований контактных преобразователей для контроля водных растворов имитансными методами. Предметом экспериментального поиска были разные материалы электродов, их температурные и временные характеристики, а также разные по степени проводимости объекты контроля.

Ключевые слова: проволочный электрод, контактный первичный преобразователь, водный раствор, концентрация, электрохимическая ячейка, адмитанс, частота, часовая характеристика.

The exploration results of contact primary transducers aimed at water solution monitoring by means of imittance methods are represented. The subject of experimental searching comprises diverse electrode materials, their temperature and time characteristics along with monitoring objects that are different in the conductivity degree.

Keywords: wire electrode, contact primary transformer, water solution, concentration, electrochemical barn, admittans, frequency, sentinel description.

Імітансні (зокрема спектрометричні імпедансні) методи аналізу є одними з прогресивних інструментаріїв контролю якості продукції. В першу чергу, це стосується об'єктів неелектричної природи, для яких характер імітансу визначається типом чутливого елемента первинного перетворювача, який може бути виконаний у вигляді конденсатора, що взаємодіє з об'єктом контролю. Актуальним на сьогоднішній день є розроблення та удосконалення електричних методів контролю об'єктів різної природи, зокрема, неелектричної [1-3]. До них належать, в першу чергу, водні розчини. В роботі представлено результати досліджень електрохімічних комірок з дротяними електродами (рис.1), виготовленими з різних матеріалів, а саме: з платини, міді, нержавіючої сталі та інструментальної сталі.



1 – дротяний електрод; 2 – тримач; 3 – скляна трубка; 4 – вивід для під'єднання до приладу

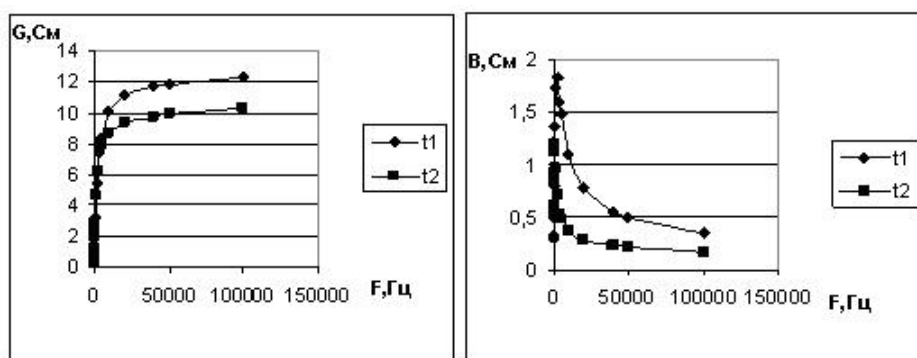
Рисунок 1 – Електрохімічна комірка з дротяними електродами

Предметом експериментального пошуку були часова стабільність та чутливість до інформативних параметрів різних матеріалів сенсорів під час вимірювання імпедансу (адмітансу) об'єктів контролю приладом LCR-Meter BR2827 [4]. Віддаль між електродами знаходилася в межах (5÷7)мм, довжина робочої частини перетворювача складала в межах (6÷7) мм, стабільність якої забезпечувалась шляхом запаювання електродів у хімічно-стійкі скляні трубки.

Дослідження на предмет повторюваності показів, отриманих для електродів, виготовлених з різних матеріалів, показали, що найвищого ступеня повторюваності можна досягнути, використовуючи платинові електроди, та електроди, виготовлені з нержавіючої сталі (рис. 2). Це пояснюється їх

низькою хімічною активністю у досліджуваному середовищі, яким були водні розчини солей різних концентрацій.

В свою чергу, для мідних (рис. 3) та сталевих електродів часова стабільність є низькою, тому повторюваності досягнути не вдалося. Це пов'язано з високим ступенем окислюваності таких електродів при взаємодії з досліджуваним об'єктом навіть за спеціального догляду за ними. З метою зменшення цього впливу мідні електроди покривались хімічно-стійким лаком, проте це призвело лише до різкого падіння їх чутливості (мікросіменси) до об'єкта досліджень (рис. 4). Можна стверджувати, що використання мідного та сталевих дроту для виготовлення смісних сенсорів є недоцільним для досліджень водних розчинів методом імпедансної спектроскопії.

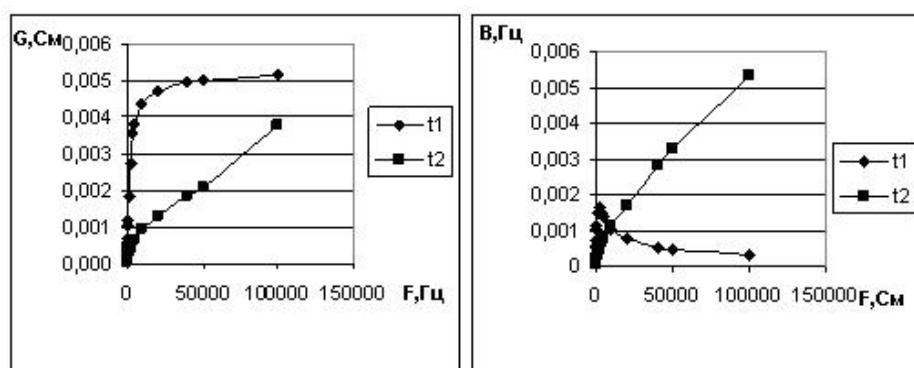


а)

б)

а) – залежність активної складової; б) – залежність реактивної складової

Рисунок 2 – Залежність адмітансу від частоти через різні періоди часу t ($\Delta t=5$ днів) для сенсора з платиновими електродами для розчину NaCl

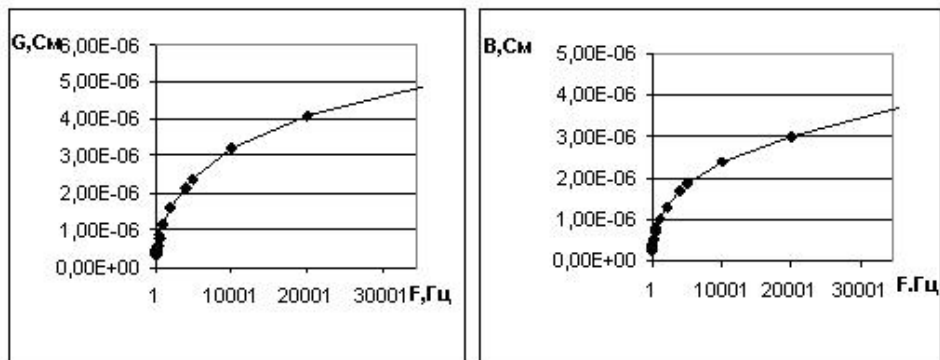


а)

б)

а) – залежність активної складової; б) – залежність реактивної складової

Рисунок 3 – Залежність адмітансу від частоти через різні періоди часу t ($\Delta t=5$ днів) для сенсора з мідними електродами для розчину NaCl



а)

б)

а) – залежність активної складової; б) – залежність реактивної складової

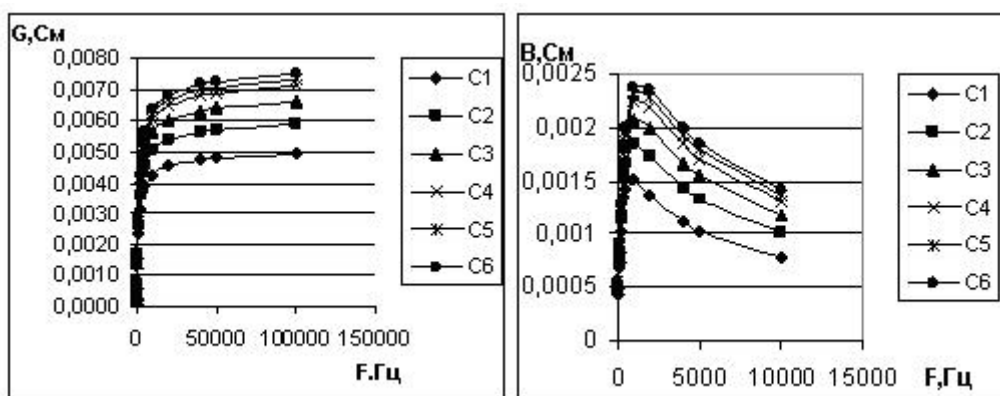
Рисунок 4 – Залежність адмітансу від частоти для сенсора з мідними лакованими електродами для розчину NaCl

Дослідження на предмет чутливості емнісних сенсорів з різними електродами показали, що найвишого ступеня можна досягнути, використовуючи платинові електроди (рис. 5). При цьому для реактивної складової (рис. 5, б) можна спостерігати характерні піки на певних частотах (в даному випадку для розчинів солі NaCl з концентрацією $C=(4\div 9)$ г/л, чого не спостерігається при активній складовій адмітансу. Цей факт свідчить про можливість вибору оптимального діапазону частот для визначення концентрації шляхом вимірювання реактивної складової адмітансу. В традиційній кондуктометрії такий вибір неможливий. Для частотної залежності активної складової адмітансу особливостей не

виявлено в досліджуваному діапазоні частот (50÷100000)Гц.

Дослідження проводилися на предмет залежності адмітансу від температури. Для цього використовувався водний розчин солі NaCl та KCl (рис.6).

На основі аналізу залежностей (рис. 6) були обчислені зміни активної та реактивної складових адмітансу від температури, які склали відповідно 1,37%/1°C та 0,84%/1°C, що свідчить про меншу температурну залежність реактивної складової адмітансу, отже доцільність оперувати саме реактивною складовою провідності під час вимірювань. Цей висновок був підтверджений результатами аналогічних досліджень для розчинів інших солей.

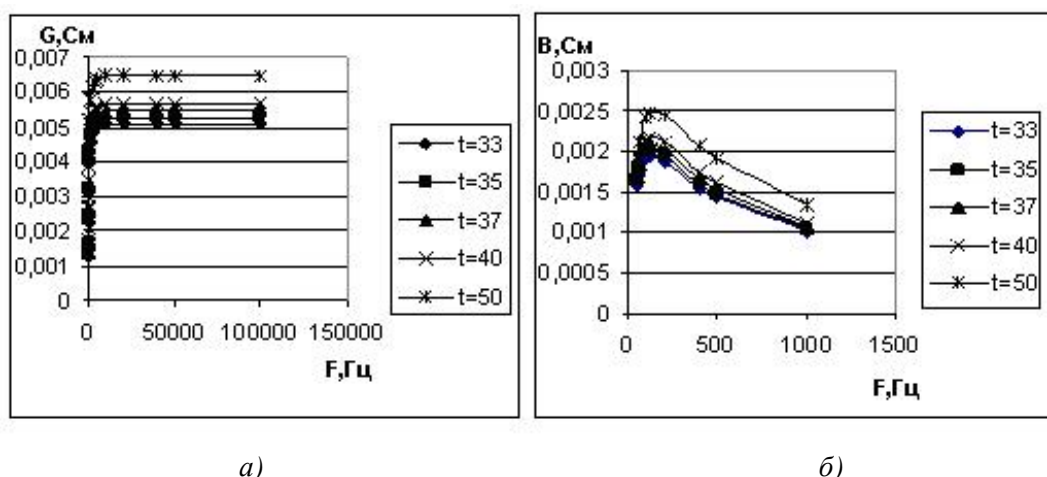


а)

б)

а) – залежність активної складової; б) – залежність реактивної складової

Рисунок 5 – Залежність адмітансу від частоти для сенсора з платиновими електродами при різних концентраціях C_i розчину NaCl



а) – залежність активної складової; б) – залежність реактивної складової

Рисунок 6 – Частотна залежність адмітансу від температури сенсора з платиновими електродами для розчину КСІ

Авторами проводилися експерименти з різними типами речовин, а саме: з неелектролітами (дистильована вода, нафтопродукти), слабкими електролітами (вода питна, розчини солей CuSO_4 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) та сильними електролітами (NaCl , NaClO , H_2SO_4). Слід зауважити, що для активної складової адмітансу у всіх випадках спостерігається однакова форма кривої частотної залежності (рис. 5, а; 6, а; 7), а для реактивної складової адмітансу отримали наступні особливості: для високоомних об'єктів (неелектролітів) частотна залежність має вигляд, який показано на рис. 8, а, а для електролітів отримані криві з характерними піками, що зміщуються як по осі частот, так і по осі амплітудного значення реактивної складової адмітансу залежно від зростання ступеня провідності електроліту (рис. 8, б, в, г). Виявлені особливості дозволяють здійснювати селективний контроль на предмет виявлення різних за провідністю об'єктів.

ВИСНОВКИ

Проаналізовано ємнісні дротові первинні перетворювачі на предмет ефективності використання матеріалу, з якого вони виготовлені. Найкраще зарекомендували себе електрохімічні комірки з платиновими електродами, оскільки вони є хімічно стійкими до зовнішніх впливів та мають стабільні характеристики в часі.

Дослідження температурної залежності адмітансу для водних розчинів дозволяють зробити висновок про значно меншу залежність реактивної складової адмітансу від температури

для всіх досліджуваних водних розчинів, що підтверджує доцільність проведення контролю об'єктів саме за реактивною складовою адмітансу.

Для різних за ступенем провідності розчинів неелектролітів, слабких електролітів та сильних електролітів виявлено характерні форми частотної залежності саме реактивної складової адмітансу, що відкриває перспективи для реалізації селективного контролю об'єктів імітансними методами [5].

Визначено переваги імпедансної спектроскопії над кондуктометричним методом вимірювань, що підтверджено експериментально.

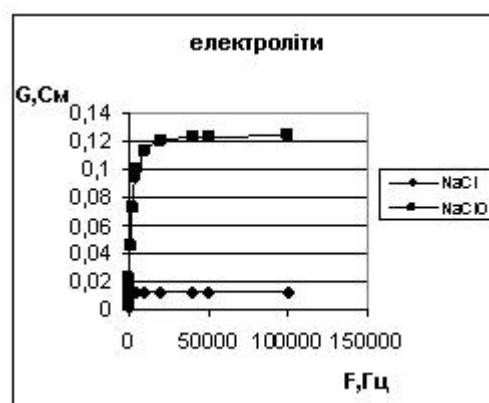
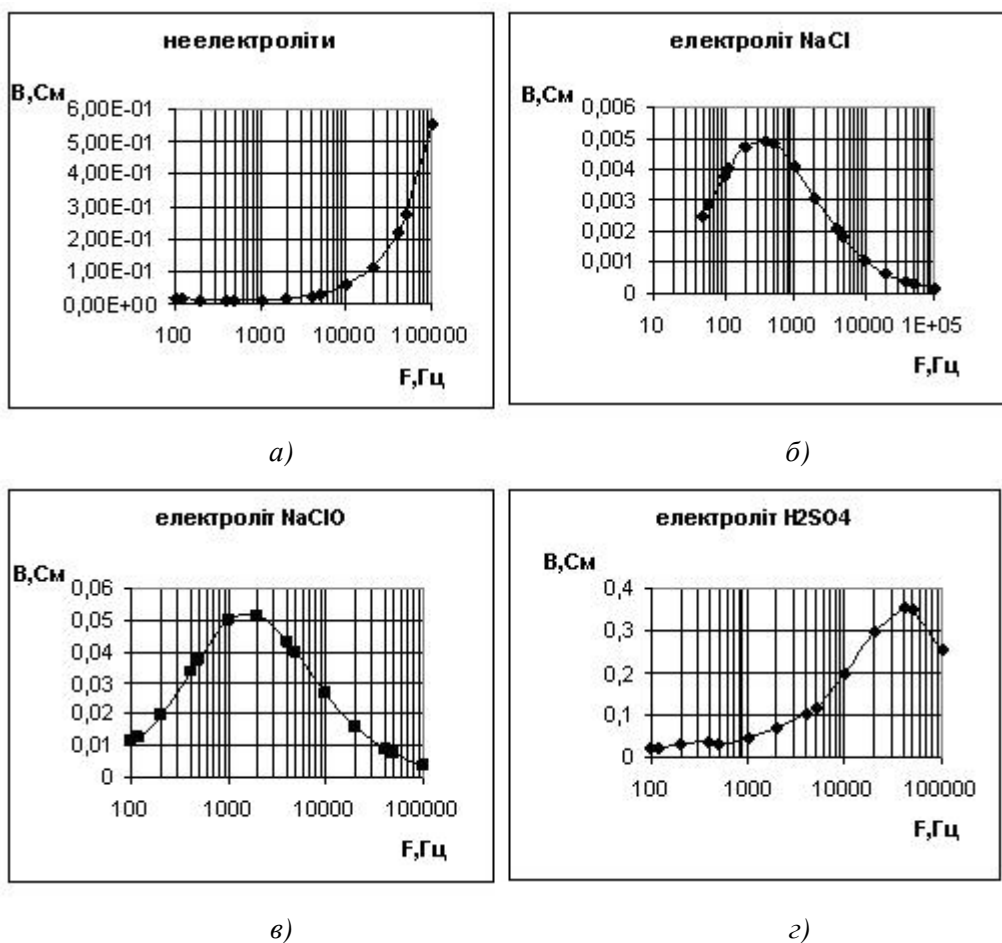


Рисунок 7 – Залежність активної складової адмітансу від частоти для сенсора з платиновими електродами для різних розчинів (NaCl , NaClO)



а) – для неелектролітів; б), в), з) – для різних електролітів

Рисунок 8 – Залежність реактивної складової адмітансу від частоти для сенсора з платиновими електродами для різних типів розчинів

1. Перспективні електричні експрес-методи контролю рівня якості рідин / П.Г. Столярчук., В.О. Яцук, Є.В. Походило [та ін.] // Матеріали восьмої міжнародної науково-практичної конференції «Ресурси природних вод карпатського регіону (Проблеми охорони та раціонального використання)», Львів, 28-29 травня 2009: Зб. Наук. Статей.-Львів: ЛьвЦНТЕІ. – 2009. – С. 136-138. 2. Походило Є.В. Способи імітансного контролю якості / Є.В. Походило, П.Г. Столярчук // Методи та прилади контролю якості. - 2003. - №11. –С. 105 - 108. 3. Походило Є.В. Імітансний контроль якості продукції / Є.В. Походило, П.Г. Столярчук // Вісник НУ «Львівська

політехніка». - 2002.- №445. - С. 46-51. 4. Гаврилюк М.А. Електронні вимірювачі CLR. / М.А. Гаврилюк, Е.П. Соголовський –Львів: вища школа. 1978.-134 с. 5. Бубела Т.З. Забезпечення єдності оцінювання складу речовин як запорука належної якості продукції.// Матеріали IV міжнародної конференції «Стратегія якості в промисловості та освіті», 30 мая –6 июня 2008р. - г.Варна, Болгарія, - С. 666-668.

Поступила в редакцію 12.02.2010 р.

Рекомендував до друку докт. техн. наук,
проф. Походило Є.В.