

М. Міхалєва

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

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МОДЕЛЬНИХ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ НОВИМ ЕЛЕКТРИЧНИМ ІМПЕДАНСНИМ МЕТОДОМ

© Міхалєва М., 2010

Подано результати експериментальних даних досліджень модельних водних розчинів та інших рідин електричним імпедансним методом. На базі експериментально встановлених конструкцій перетворювачів і отриманих залежностей фізико-хімічних властивостей рідин і їх електричних властивостей запропонований новий експрес-метод оцінки рівня якості об'єктів кваліметрії, конкретно стічних вод.

In the article the given results of the experimental given researches of model water solutions and other liquids by an electric method. The on a base experimentally set constructions of transformers and got dependence properties of liquids and their electric properties physical and chemical the offered new express the method of estimation of level of quality of objects, concretely waster waters.

Об'єктом дослідження у цій статті є моделі водних розчинів, що еквівалентні реальним об'єктам.

Моделі досліджуваних об'єктів готувалися відповідно до якісного і кількісного складу забруднення стічних вод, питної, харчової продукції, а їх концентрації в межах гранично допустимих концентрацій (ГДК) і більше. Тому опрацьований робочий діапазон концентрацій у цих дослідженнях становив від 0,050 до 12,000 г/л.

Автором на базі дослідження взаємозв'язків між фізико-хімічними властивостями водних розчинів та інших рідин і їх електричними параметрами пропонується концепція нового методу контролю характеристик рідин.

Електричний імпедансний метод використаний для аналізу провідника другого роду – рідин. На базі практичних досліджень розроблено й апробовано перетворювачі різних конструкцій і з різних матеріалів. Вперше запропонований перетворювач (сигналізатор), що складається з неактивних контактних вуглецевих електродів з можливою зміною геометричних параметрів для автоматизованого моніторингу стічних вод.

Актуальність досліджень. Розроблення та дослідження експрес-методів контролю ГДК розчинених речовин у рідинах під час контролю перебігу технологічних процесів, моніторингу довкілля є своєчасним та актуальним. Вони могли б слугувати дешевими апаратними сигналізаторами факту перевищення певної концентрації (реалізація індикаторного методу) з подальшим виконанням класичних фізико-хімічних досліджень та прийняттям відповідних рішень. Новітні методи полегшили б контроль якості продукції в самому виробництві і контроль зовнішніми контролюючими органами, які б завжди мали би сигнал про необхідність подальшого контролю тоді, коли є збільшення концентрації понад ГДК (індикаторний метод). Особливе місце серед нових приладів для втілення нових інструментальних методів аналізу займають RLC-метри, які працюють на великих діапазонах частот і дають можливість визначати активну і реактивну складові провідності рідин і забезпечують підвищення інформативності досліджень [1, 2].

Тому **актуальність теми** полягає у необхідності вдосконалення наявних і розробленні нових інструментальних методів аналізу, що мають перевагу порівняно з класичними методами: вищу чутливість, селективність, експресність, об'єктивність, можливість автоматизації і комп'ютеризації процесу аналізу, а також удосконалення нормативної бази щодо характеристик стічних вод та рідин інших галузей промисловості.

Постановка задачі й аргументація вибору методу. Електричні методи є найкраще розвинутою сферою метрології, дають можливість: забезпечити універсальність, дистанційність вимірювань і, як наслідок, – використовувати уніфіковані засоби збирання і передавання інформації; вимірювати швидкозмінні величини; автоматизувати способи отримання й опрацювання результатів; забезпечувати необхідну чутливість і точність вимірювань.

Прикладним завданням досліджень є створення нової методики для забезпечення об'єктивного і швидкого визначення характеристик і оцінювання рівня якості рідин через дослідження залежностей між електричними та відповідними фізико-хімічними характеристиками, що еквівалентні певним нормованим показникам. Імпедансний метод контролю передбачає подання об'єкта як повного опору, складові якого містять інформацію про певні фізико-хімічні властивості. При цьому як інформативний параметр використовується активна і реактивна складова імпедансу [1–2].

Для такого методу призначені сучасні імпедансометри, у цій дослідній роботі використовувався RLC-метр BR 2827 – діапазон частот від 50 Гц до 100 кГц.

Експериментальна частина. Результати експериментальних досліджень різних конструкцій перетворювачів і рідин різної електричної природи. У результаті досліджень модельних розчинів в електромагнітному полі в частотному діапазоні до 100 кГц отримано нові оригінальні залежності електричних параметрів активної та реактивної складової провідності від концентрації. При дослідженні неелектролітів (верхні два графіки) виявлено селективність методу до таких речовин, на відміну від кондуктометрії при визначенні узагальненого показника – питомої провідності, неелектроліти не аналізують.

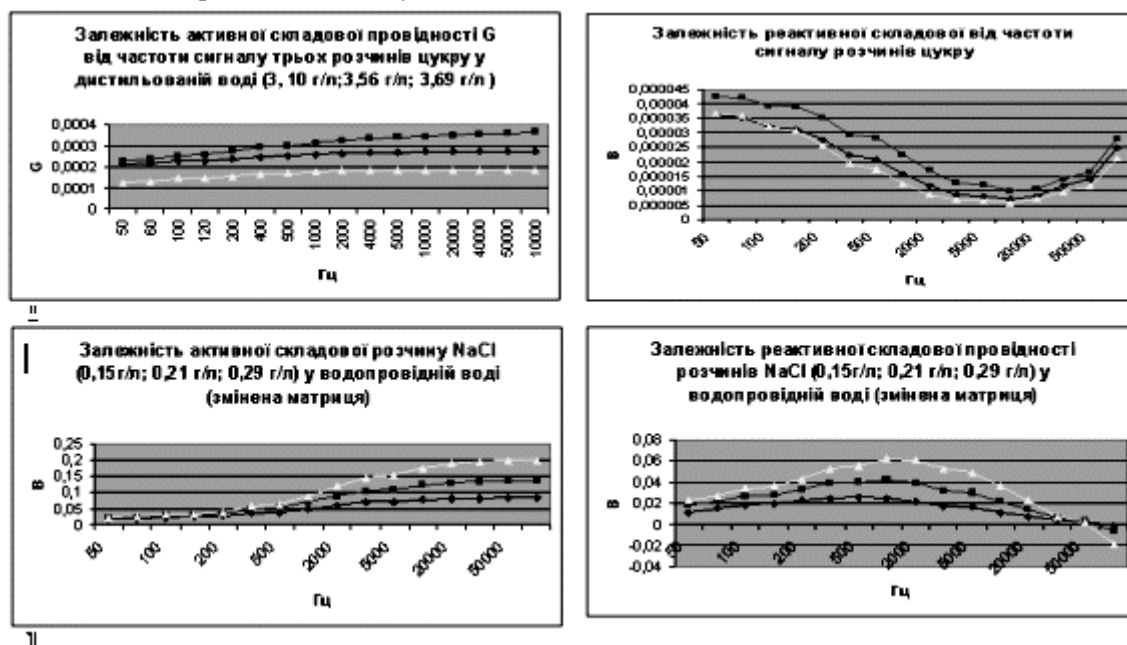
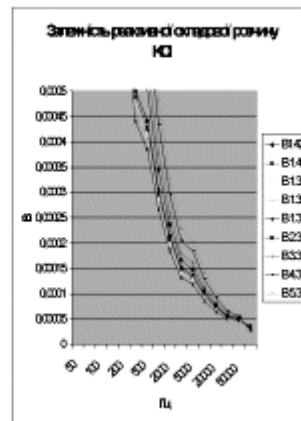
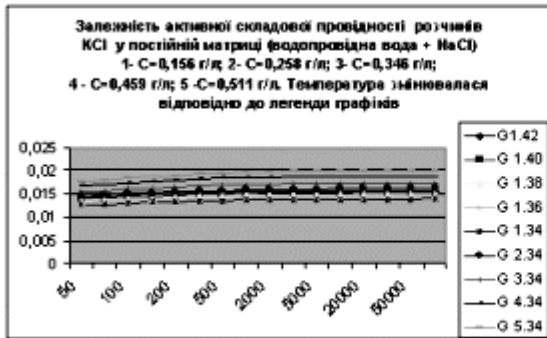


Рис. 1. Результати експериментальних досліджень для комірки ємнісної з мідними електродами, площею $S=1\text{см}^2$; $(V=1B)$



¶

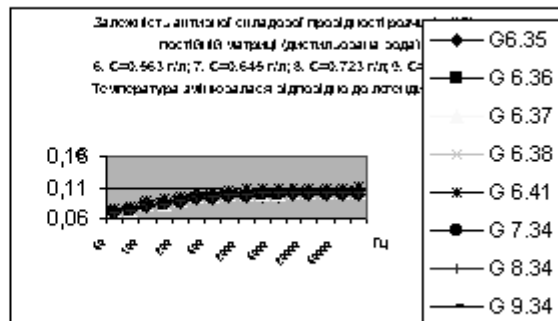
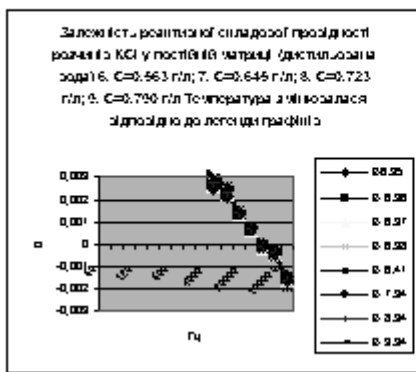


Рис. 2. Результати експериментальних досліджень для комірки ємнісної з хімічно неактивними вуглецевими електродами, площею $S=6 \text{ см}^2$; ($V=1 \text{ В}$)

Аналізування графічних залежностей експериментальних досліджень привели до висновку, що вигляд кривих на графіках залежить (тобто їх можна прогнозувати і керувати їхніми формами) від:

- кількості досліджуваної речовини між обкладинками комірок;
- форми і розмірів електродів;
- природи постійної матриці (фону);
- природи досліджуваної речовини та її концентрації;

зміна активної складової опору адитивно описує наявність всіх складових речовин як узагальнений показник, тобто зміну активної складової недоцільно у цих умовах досліджень використовувати для якісного і кількісного аналізу.

Вуглецеві електроди були вибрані через їх хімічну неактивність, розвинену поверхню і малу вартість.

Новизна. Вперше досліджено залежність реактивної складової провідності водних розчинів і встановлено характерні точки, в яких реактивна провідність для певних речовин (якісний аналіз) набуває однакового значення. Координатами цих точок можна керувати зміною кількості речовини між обкладинками електродів, тобто об'ємом досліджуваної рідини. При зміні об'єму рідини можна "опускати" першу найменшої концентрації (ГДК) залежність до перетину з віссю абсцис (суть запропонованого нульового методу контролю характеристик рідин). Наступні залежності більших за потрібну концентрацій будуть перетинатися у тій самій точці.

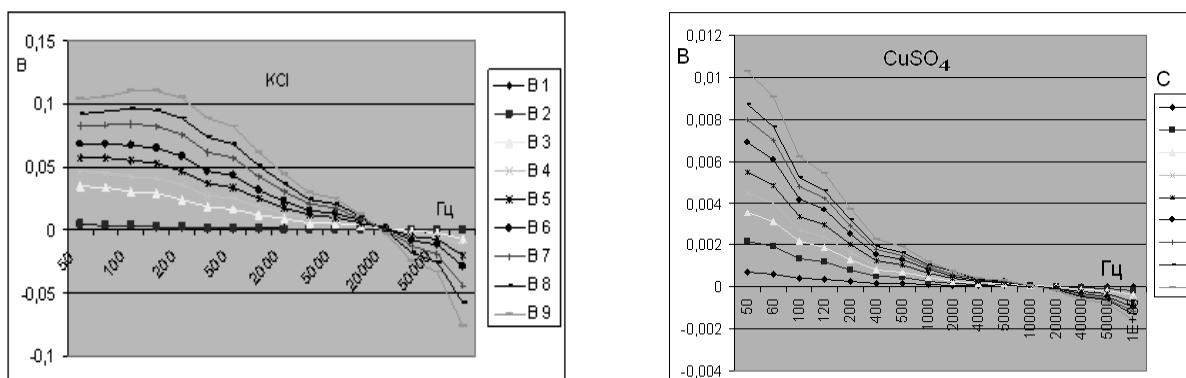


Рис. 3 Графіки залежностей реактивних складових провідності розчинів KCl (I) і CuSO₄ (II) від частоти при зміні концентрацій. перетинаються у характерних точках за певного для кожної речовини значення частоти сигналу

Графіки залежностей реактивних складових провідності розчинів KCl (I) і CuSO₄ (II) від частоти при зміні концентрацій ілюструє, що вони перетинаються у характерних точках (за фіксованого значення частоти сигналу). Матриця (фон) і умови експериментів I і II однакові.

Експериментальні дослідження довели, що температура на координати цих точок не впливає.

Висновки. Можливе впровадження. Опис методу експрес-контролю. На залежності реактивної складової провідності від концентрації запропоновано метод виявлення гранично-допустимих концентрацій (ГДК) певних хімічних сполук у стічній воді і перетворювачі (сигналізатори), що складаються з неактивних контактних електродів з можливою зміною геометричних параметрів для автоматизованого моніторингу стічних вод. Зміна геометричних параметрів комірки дає змогу використовувати перетворювач універсально для багатьох сумішей (рідинні харчові продукти, питна вода, стічні води) діапазону концентрацій, що необхідні для реальних об'єктів.

Запропоновано метод, суть якого полягає в “формуванні” між електродами ємнісного перетворювача певного об'єму розчину контрольованої речовини у воді за допомогою зміни глибини занурення електродів або зміни відстані між ними, що дає змогу змінювати вид реактивної складової провідності. Для розчину досліджуваної речовини з концентрацією, що відповідає значенню нормованої ГДК, можна встановити еквівалентний об'єм, за якого змінюється вид реактивної складової провідності В. Зміна полярності складової провідності еквівалентного об'єму контрольованого розчину свідчатиме, що концентрація домішки в ньому перевищила ГДК. Тобто в пропонованій методиці основною залежністю є залежність концентрації досліджуваної речовини від об'єму досліджуваного розчину під впливом певної частоти сигналу для конкретної речовини [3–4].

Порівняльний аналіз відомих електричних методів ідентифікації рідин з пропонованим. Виконавши аналіз результатів експериментальних досліджень і порівняльний аналіз відомих методів (таблиця), можна зробити висновок, що пропонований метод має новизну з удосконаленими характеристиками для розв'язання однієї із задач – створення індикаторного методу автоматизованого контролю стічних вод.

**Порівняльний аналіз відомих електричних методів
ідентифікації рідин з пропонуваним**

Методи	Рідини		Тривалість аналізу: + мала; - довготривала	Вартість: + низька; - висока	Можливість використання в автоматизованих лініях (нескладних і мало-вартісних): + так; - ні	Робота приладу на: + великому діапазоні частот; - на обмеженому діапазоні частот	Селективність, можливість якісного аналізу	Можливість кількісного аналізу + потрібної речовини; - узагальнений показник для всіх інгредієнтів	Вплив температури + не впливає; - впливає
	електроліти	неелектроліти і електроліти, що не впливають на питому провідність							
Класичні аналітичні методи	+	+,+	-	-	-	+	+	+	-
Потенціометричний метод	+	+,-	+	+	-	0	+	+	-
Кондуктометричний метод	+	-, -	+	+	+	-	-	-	-
Запропонований метод + смісний перетворювач	+	+,+	+	+	+	+	+	+	+

1. Походило Є.В., Столярчук П.Г. Способи імітансного контролю якості // Методи та прилади контролю якості. – 2003. – № 11. – С. 105 – 108. 2. Походило Є.В. Розвиток теорії та принципів побудови засобів вимірювання імітансу об'єктів кваліметрії: Автореф. дис. докт. техн. наук: 05.11.05 / Нац. ун-т “Львівська політехніка”. – Львів, 2004. – 40 с. 3. Столярчук П., Яцук В., Походило Є., Міхалева М., Бойко Т., Басалкевич О. Перспективні електричні експрес-методи контролю рівня якості рідин // 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: ЛьЦНТЕІ. – 2009. – С. 136–138. 4. Stolyarchuk P., Yatsuk V., Pokhodylo Ye., Mikhalieva M., Boyko T., Basalkevych O Electric Express-Method for Liquid Quality Level Monitoring // Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing System. – 2009. – P. 79–82.