



УКРАЇНА

(19) UA (11) 55158 (13) U
(51) МПК (2009)
G01N 27/48МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ГІСТОГРАМНОЇ ЦИФРОВОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ХРОНОПОТЕНЦІОМЕТРИЧНИХ ДАНИХ

1

2

(21) u201005609

(22) 11.05.2010

(24) 10.12.2010

(46) 10.12.2010, Бюл. № 23, 2010 р.

(72) СУРОВЦЕВ ІГОР ВІКТОРОВИЧ, ГАЛІМОВА
ВАЛЕНТИНА МИХАЙЛІВНА, БАБАК ОЛЕГ
ВОЛОДИМИРОВИЧ(73) МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ
ЦЕНТР ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
СИСТЕМ(57) Спосіб гістограмної цифрової фільтрації
хронопотенціометричних даних, при якому
аналоговий сигнал із електрохімічної комірки з

вимірювальним та допоміжним електродами подають на вхід елементів пам'яті, які з'єднуються з системою управління, який **відрізняється** тим, що аналоговий сигнал із електрохімічної комірки з вимірювальним та допоміжним електродами перетворюють у цифрову форму, діапазон вимірювання сигналу розбивають на рівні інтервали, в яких підраховують число спостережень сигналу у кожному інтервалі, та подають на вхід елементів пам'яті з системою управління, що виконує розрахунок сигналу фільтрації.

Модель відноситься до способу обробки даних в полярографії, які одержують при визначенні токсичних елементів у розчині електрохімічним хронопотенціометричним методом аналізу. Крім цього, запропонований спосіб може бути використаний для всіх безперервно зростаючих (спадаючих) сигналів з рівномірною дисперсією шуму у всьому діапазоні вимірювання.

Відомі способи обробки даних в хронопотенціометрії, дивись: Галімова В.М. та інші. Теорія інверсійної хронопотенціометрії із заданим опором ланцюга // Наук. вісн. НАУ. - 2000. - № 32. - С. 204-209. Суровцев І.В. и др. Моделирование дифференциальных хронопотенциограмм суммой нормальных распределений // УСИМ. - 2009. - № 5. - С. 40-45. Недоліком відомих способів є те, що через зашумленість вхідного сигналу, який надходить від електродів електрохімічної комірки, вони можуть бути використані лише для вимірювання на рівні гранично допустимих концентрацій токсичних елементів (від 0,01 мг/дм³ до 1,0 мг/дм³).

Відомо спосіб обробки даних полярографії, який описано в авторському свідоцтві СРСР № 1407241: «К.Р.Галимов, В.И.Лавриненко, Ю.Л.Серебрянников, Г.В.Цепков. Устройство для предварительной обработки полярограмм» та закладено в основу пристрою.

Спосіб полягає у тому, що аналоговий сигнал із електрохімічної комірки з вимірювальним та

допоміжним електродами через перетворювач струм-напруга подають на вхід елементів пам'яті, які з'єднуються з системою управління.

Вказаний спосіб вибрано нами як найближчий аналог.

Загальними відзнаками найближчого аналогу та запропонованого способу є те, що аналоговий сигнал із електрохімічної комірки з вимірювальним та допоміжним електродами подають на вхід елементів пам'яті, які з'єднуються з системою управління.

Причиною, що перешкоджає досягненню очікуваних результатів, є необхідність враховувати шум сигналу, який не дозволяє вимірювати у розчині слідові значення концентрацій на рівні від 0,0005 мг/дм³.

Моделью ставиться завдання створити спосіб цифрової фільтрації хронопотенціометричних даних, що дозволить виконувати вимірювання концентрації токсичних елементів у необхідному для практики діапазоні (від 0,001 мг/дм³ до 1,0 мг/дм³).

Поставлене моделлю завдання досягається тим, що спосіб гістограмної цифрової фільтрації хронопотенціометричних даних, в якому аналоговий сигнал із електрохімічної комірки з вимірювальним та допоміжним електродами подають на вхід елементів пам'яті з системою управління згідно способу аналоговий сигнал із електрохімічної комірки перетворюють у цифрову

(13) U
(11) 55158
(19) UA

форму, діапазон вимірювання сигналу розбивають на рівні інтервали, в яких підраховують число спостережень сигналу в кожному інтервалі, та подають на вхід елементів пам'яті з системою управління, що виконує розрахунок сигналу фільтрації.

На фіг. 1 під номером 1 зображена частина цифрових значень реального сигналу (хронопотенціограми), що надходить з електрохімічної комірки, $\varphi = f(t)$, де φ - поточне значення потенціалу сигналу (мВ), t - час (мс), а під номером 2 - частина фільтрованих значень, одержаних способом гістограмної цифрової фільтрації хронопотенціометричних даних.

На фіг. 2 зображені значення інтенсивності всієї хронопотенціограми $\tau = f(\varphi)$, де τ - час, на протязі якого значення сигналу знаходились в межах даного інтервалу (мс), φ - поточне значення потенціалу середини цього інтервалу (мВ).

Хронопотенціометричні дані, які одержують під час зчитування потенціалів із вимірювального електроду, характеризуються великою швидкістю зміни та значним об'ємом одержуваної інформації. При створенні пристроїв визначення концентрації токсичних елементів виникає проблема оперативної обробки сигналу та його збереження у пам'яті пристрою, що має особливе значення коли не використовується комп'ютер або недостатньо швидкості обміну з ним по каналам зв'язку.

Відмінною рисою електрохімічного процесу вимірювання хронопотенціометричним методом являється те, що хронопотенціограма, у вигляді функції $\varphi = f(t)$, теоретично становить собою безперервно зростаючу функцію потенціалу φ по часу t . Але фактично, хронопотенціограма це дискретні значення потенціалів, додатково зашумлені роботою аналого-цифрового перетворювача (АЦП), та які зчитуються з постійною тактовою частотою. Абсолютна величина значення додаткового шуму, як правило, дорівнює 1-3 молодшим розрядам одержаного цілочисленного коду АЦП, а дисперсія шуму АЦП та сигналу рівномірна у всьому діапазоні вимірювання потенціалів.

Спосіб містить в собі наступні дії. Сигнал із електрохімічної комірки з вимірювальним та допоміжним електродами подають на вхід АЦП та перетворюють його у цифрову форму (див. номер 1 на фіг. 1).

Потім діапазон вимірювання сигналу розбивають на рівні інтервали, в яких підраховують число спостережень сигналу у кожному інтервалі, та подають на вхід елементів пам'яті з системою управління, що виконує розрахунок сигналу фільтрації.

Суть способу гістограмної цифрової фільтрації полягає у наступному. Визначають об'єм необхідних елементів пам'яті для збереження фільтраційного сигналу, який дорівнює:

$$V = (F_{\max} - F_{\min}) / \Delta\varphi,$$

де V - необхідне число елементів пам'яті; F_{\max} - верхнє значення діапазону вимірювання потенціалу на АЦП; F_{\min} - нижнє значення діапазону вимірювання потенціалу на АЦП; $\Delta\varphi$ - довжина інтервалу.

Перед початком вимірювання всі значення елементів пам'яті встановлюють рівним нулю.

Під час зчитування потенціалів з електродів, після одержання його поточного цифрового значення на АЦП, визначають номер елемента пам'яті, що відповідає інтервалу діапазону вимірювання потенціалу, по формулі:

$$k = (\varphi_i - F_{\min}) / \Delta\varphi,$$

де k - порядковий номер елемента пам'яті, що відповідає інтервалу діапазону вимірювання потенціалу; φ_i - поточне значення потенціалу сигналу.

Визначають зростаюче значення числа спостережень сигналу в даному інтервалі та записують його в k елемент пам'яті.

Таким чином, пам'ять становить собою гістограму розподілу потенціалів сигналу. У кожному k елементі пам'яті міститься число спостережень сигналу N_k у даному інтервалі.

Оскільки хронопотенціограма являє собою безперервно зростаючу функцію потенціалу по часу, а дисперсія шуму АЦП рівномірна у всьому діапазоні вимірювання та довжина інтервалів постійна, то автоматично в гістограмі враховується шум роботи АЦП та сигналу.

Після обробки всіх значень потенціалів сигналу кожне значення гістограми помножують на величину кроку квантування сигналу по часу Δt та одержують гістограму інтенсивності часу зміни потенціалу $\tau = f(\varphi)$, де τ - час, у продовж якого значення потенціалів сигналу знаходились в межах даного інтервалу; φ - поточне значення потенціалу середини даного інтервалу (див. фіг. 2).

Якщо послідовно підсумувати значення гістограми інтенсивності від нижньої до верхньої величини діапазону вимірювання потенціалів сигналу, то для кожного потенціалу одержимо час, у продовж якого всі попередні значення потенціалів сигналу не перевищують поточного значення. Таким чином, одержують фільтровані значення сигналу, у якому відсутні шум АЦП та сигналу (див. номер 2 на фіг. 1).

Координати функції фільтрованого сигналу $t = f(\varphi)$ визначають наступним чином:

$$\varphi_k = F_{\min} + k \cdot \Delta\varphi - 0,5 \cdot \Delta\varphi,$$

$$t_k = t_{k-1} + N_k \cdot \Delta t, \text{ при } t_0 = 0; N_k \neq 0; k = 1, \dots, V;$$

де φ_k - потенціал середини k інтервалу діапазону вимірювання; k - послідовний номер інтервалу або відповідного елемента пам'яті; $\Delta\varphi$ - довжина інтервалу; t_k - час, у продовж якого попередні значення потенціалів сигналу не перевищують φ_k ; N_k - число спостережень сигналу в інтервалі діапазону вимірювання, що міститься в k елементі пам'яті; Δt - крок квантування сигналу по часу.

У запропонованому способі гістограмної фільтрації необхідний об'єм пам'яті для збереження фільтрованого сигналу не залежить від тривалості сигналу, що дуже важливо при створенні автономних пристроїв обробки даних хронопотенціограм.

Приклад. Для параметрів АЦП: $F_{\min} = -2500$ мВ, $F_{\max} = +2499$ мВ та $\Delta\varphi = 1$ мВ необхідний

об'єм пам'яті складає $V = 5000$ елементів. Тоді, при $\Delta t = 1$ мс та тривалості сигналу від 500 мс до 120000 мс, коефіцієнт стиснення сигналу буде від 0,1 до 24. Для приведених значень $\Delta\varphi$ та Δt вказані формули способу гістограмної фільтрації спрощуються, що дає можливість використовувати у пристроях арифметичні операції тільки для цілих чисел.

Запропонований спосіб гістограмної фільтрації може бути застосовано у пристроях, що включають АЦП, програмовані мікропроцесори з нарощуваним об'ємом пам'яті, або у комп'ютерах, що дозволить виконувати вимірювання концентрації токсичних елементів в необхідних для практики діапазонах (від $0,001$ мг/дм³ до $1,0$ мг/дм³).

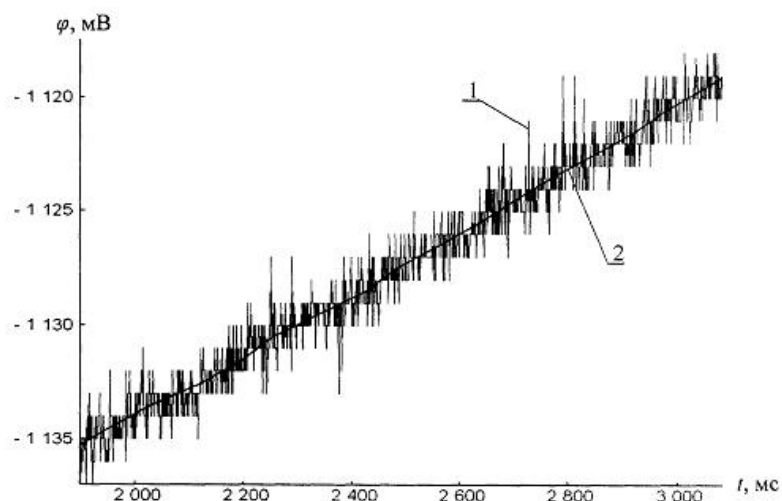


Fig. 1

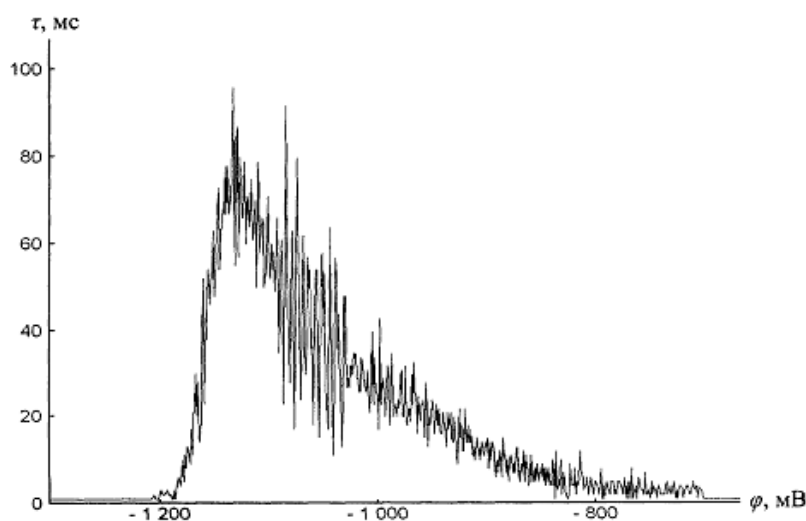


Fig. 2