

2.2.38. ПИТОМА ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ⁽¹⁾

▼ ВСТУП

Ця загальна стаття містить інформацію про те, як проводити вимірювання електропровідності (надалі «провідність») рідин, включно з чистими рідинами. Вона застосовується до рідин тоді, коли провідність використовується для вимірювання, моніторингу або контролю дозування хімічних речовин (наприклад, під час оцінювання хімічної чистоти або визначення іонної концентрації), а також для інших застосувань у випадках, коли необхідно знати або контролювати іонний характер рідини.

Застосування охоплюють, але не обмежуються речовинами, які можна використовувати для очищення на місці (clean-in-place), хроматографічного виявлення, приготування іонних розчинів, визначення кінцевої точки, дозування, ферментації та виробництва буфера. У деяких випадках вимірювання провідності може бути поширене на чисті органічні рідини, такі як спирти та гліколи, які мають слабку провідність, і яка може бути значно посилена, якщо органічні рідини забруднені водою або солями.

Провідність — це вимірювання здатності рідини проводити електричний струм через її іони. Здатність будь-якого іона до проведення електрики прямо пов'язана з його рухливістю. Провідність прямо пропорційна концентраціям іонів у рідині відповідно до такого рівняння:

$$k = 1000 \sum_i C_i \lambda_i$$

де k = питома провідність, у сименсах на сантиметр;

C_i = концентрація іона i , у молях на літр;

λ = питома молярна провідність іона i , у сименсах квадратних сантиметрах на моль ($\text{См} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$).

Одиницею провідності в системі СІ є сименс на метр ($\text{См} \cdot \text{м}^{-1}$), проте історично прийнятою на практиці одиницею провідності є сименс на сантиметр ($\text{См} \cdot \text{см}^{-1}$).

Згідно з наведеним рівнянням, провідність не є іоноселективною характеристикою, оскільки залежить від усіх іонів. Крім того, питома молярна провідність кожного іона є різною. У результаті, якщо відсотковий склад іонів у розчині не обмежений і не відомий, точні концентрації різних іонів неможливо визначити вимірюванням провідності. Проте для таких випадків, як розчин певної солі, кислоти або основи (наприклад, каустичний розчин, який використовується для очищення), точну концентрацію можна визначити безпосередньо. Незважаючи на відсутність іонної специфічності, провідність є цінним лабораторним і технологічним інструментом

(1) Ця загальна стаття проходить фармакопейну гармонізацію. Див. статтю Ph.Eur. 5.8. *Pharmacopoeial harmonisation*

для вимірювання та контролю загального вмісту іонів, оскільки вона пропорційна сумі концентрацій усіх форм іонів (аніонів і катіонів) для розведених розчинів, як описано в наведеному вище рівнянні. За вищих концентрацій провідність не є абсолютно лінійно залежна від концентрації. Вимірювання провідності не можна застосувати до твердих речовин або газів, але вони можуть бути застосовані до конденсату газів.

Іншою змінною, яка впливає на вимірювання провідності, є температура рідини. З підвищенням температури іонна провідність рідини збільшується, що робить це фізико-хімічне явище першочерговою причиною вимог до температурної компенсації під час випробування струмопровідних рідин.

Питома провідність (k) пропорційна провідності (G) рідини між 2 електродами:

$$k = G \times \left(\frac{d}{A} \right) = G \times K$$

де k = питома провідність, у сименсах на сантиметр;

G = провідність, у сименсах;

d = відстань між електродами, у сантиметрах;

A = площа електродів, у квадратних сантиметрах;

K = стала комірки, в обернених сантиметрах, яка також дорівнює відношенню d/A .

Питомий опір рідини ρ , виражений в Ом-сантиметрах (Ом·см), є, за визначенням, величиною, яка є оберненою до питомої провідності:

$$\rho = \frac{1}{k} = \frac{1}{G \times K} = \frac{R}{K}$$

де ρ = питомий опір, в Ом-сантиметрах;

k = питома провідність, у сименсах на сантиметр;

G = провідність, у сименсах;

R = опір, в омах, який є оберненим до провідності (G);

K = стала комірки, в обернених сантиметрах.

ПРИЛАД

Вимірювання провідності полягає у визначенні опору рідини між електродами датчика провідності й навколо них. Для здійснення цього вимірювання основним приладом є коло вимірювання опору й датчик провідності. Коли датчик й інтерфейс користувача розділені, вони зазвичай з'єднуються кабелем.

Вимірювання опору здійснюється подачею на електроди напруги змінного струму (тобто струму, коли потік електричного заряду періодично змінює напрям), вимірюванням струму (або напруги) й обчисленням опору відповідно до закону Ома. Джерело змінного струму використовується для запобігання поляризації (накопичення іонів) на електродах. За-