

УДК 632.9

ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ІОНІВ У ВОДНИХ РОЗЧИНАХ ЕЛЕКТРОЛІТІВ НА ОСНОВІ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО РЕЗОНАНСУ

Кушніренко А.Г.¹, Лукач В.С.², Литовченко О.В.³, Тишина О.С.⁴

¹канд. технічних наук, доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна, nni.electrik@gmail.com

²канд. пед. наук, доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна;

***Анотація.** Дослідження присвячені визначенню концентрації іонів у водних розчинах на основі явища електрохімічного резонансу, яке відбувається при співпаданні частоти коливань електромагнітного поля з частотою власних коливань іонів у водних розчинах електролітів.*

Актуальність. При вирішенні задач пов'язаних з розробкою мобільних автоматизованих технологій збору інформації вмісту поживних речовин у ґрунті, виникає необхідність у визначенні концентрації іонів азоту та калію безпосередньо в польових умовах. Традиційно вміст поживних речовин визначають в лабораторних умовах на стаціонарному обладнанні, що потребує певного часу.

Мета досліджень. Визначення концентрації іонів у водних розчинах та розробка приладу для реалізації таких вимірювань.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відома інформаційно – вимірювальна система для визначення концентрації розчину електроліту за резонансною частотою коливань гідративних іонів. Недоліком даної системи є відсутність можливості виконувати вимірювання мобільно, безпосередньо в польових умовах.

Визначення концентрації іонів у водних розчинах електролітів на основі електрохімічного резонансу є перспективним напрямом досліджень, результати яких можуть бути використані в системах точного землеробства.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження базуються на основі явища резонансу коливань електромагнітного поля та власних коливань часток водного розчину електроліту. Електроліт поміщають в електролітичну комірку, на електроди якої подають змінну напругу, величиною рівною різниці нормальних електричних потенціалів катіонів і аніонів даного розчину. Напруженість електричного поля між електродами встановлюється в діапазоні $E=(1.0-2.0) \text{ В/см}$. Частоту змінюють в діапазоні 10 – 1000 Гц, до досягнення резонансу з частотою власних коливань іонів. Визначають значення резонансної напруженості електромагнітного поля та резонансної частоти. За значенням максимального резонансного струму визначається концентрація іонів за допомогою графіку градації або регресійного рівняння. Для реалізації способу використовують міліамперметр для вимірювання струму у колі електролітичної комірки та джерело електромагнітних коливань з можливістю регулювання та спостереження частоти та амплітуди коливань. Напруженість електромагнітного поля між електродами регулюється безпосередньо відстанню між ними, при незмінній амплітуді і частоті коливань.

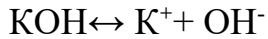
При реалізації способу визначення концентрації іонів у водних розчинах електролітів у лабораторних умовах готують розчин електролітів концентрацією від 100 до 500 мг/л з кроком 100 мг/л.

Встановлюють реакцію розчинення електроліту та утворення іонів. Встановлюють значення нормальних електричних потенціалів, утворених у розчині аніонів та катіонів. Визначають величину діючої напруги, яку необхідно подати на затискачі електролітичної комірки за різницею нормальних потенціалів катіонів φ_k та аніонів φ_a :

Поміщають один літр водного розчину з найбільшою концентрацією у електролітичну комірку, на затискачі якої подають напругу визначеної величини. Встановлюють напруженість електричного поля в діапазоні від 1,0 до 2,0 В/см з кроком 0,1 В/см. Змінюють частоту поля в діапазоні 10 – 1000 Гц та налаштовують на резонанс електромагнітного поля з власними коливаннями. Визначають значення резонансного I_r за найбільшим значенням резонансної напруженості E_r та резонансної частоти f_r . Визначають значення резонансного струму для водних розчинів з іншою концентрацією при

резонансній напруженості E_r та резонансній частоті f_r електромагнітного поля. Визначають концентрацію іонів за допомогою графіка градації або регресійного рівняння.

Приклад реалізації винаходу пояснюється дослідями із водними розчинами гідроксиду калію в яких утворюються катіони калію K^+ та гідроксид – аніони OH^- :



Величина змінної електричної напруги, яка подавалась на затискачі електролітичної комірки:

$$U = \Delta_{\phi} = \phi_{K^+} - \phi_{OH^-} = 2,9 - (-0,8) = 2,1 \text{ В.}$$

Водний розчин гідроксиду калію із концентрацією 500 мг/л помістили у електролітичну комірку. Почергово встановлювали відстані між електродами в діапазоні від 2,1 до 1,05 см, що відповідає напрузі електричного поля в 1 В/см до 2 В/см. Фіксували струм при зміні частоти.

При напруженості електричного поля $E_r = 1,45 \text{ В/см}$ та резонансній частоті $f_r = 100 \text{ Гц}$ максимальний струм резонансний струм зафіксовано 243,3 мА.

На рис.1 зображена крива залежності електричного струму від частоти у водному розчині гідроксиду калію із концентрацією 500 мг/л при напруженості електричного поля $E = 1,45 \text{ В/см}$.

На рис.2 зображено графік резонансного струму I_r від концентрації $C_{\text{кон.}}$. При резонансній напруженості поля $E = 1,45 \text{ В/см}$ та резонансній частоті $f_r = 100 \text{ Гц}$.

На рис.3 зображено елементи приладу для вимірювання концентрації іонів у водних розчинах електролітів де:

- 1 – джерело електромагнітних коливань;
- 2 – міліамперметр;
- 3 – електролітична комірка.

Прилад працює наступним чином: в електролітичну комірку 3 поміщають водний розчин електроліту. На затискачі електролітичної

комірки від джерела електромагнітних коливань 1 встановлюють напругу, яка дорівнює різниці нормальних потенціалів аніонів та катіонів, встановлюють резонансну напруженість електричного поля E_p та резонансну частоту f_p фіксують резонансний струм I_p за графіком градації визначають концентрацію аніонів та катіонів. Наприклад, для водного розчину калію гідроксиду було встановлено резонансну напруженість електричного поля $E_p=1,45$ В/см і виміряно резонансний струм $I_p=146$ мА, за графіком градації визначаємо концентрацію калію гідроксиду, що становить $C_{\text{кон}}=300$ мг/л, що відповідно до розрахунків становить концентрацію іонів калію $С_{K^+}=209,1$ мг/л та гідроксильної групи $С_{OH^-} = 90,9$ мг/л.

Така конструкція приладу дає змогу визначити назву іону та його концентрацію в розчині.

