

## VII. ХІМІЯ

УДК 543. 215

М. М. Більченко, Т. П. Кучкова

### ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ КАТІОНІВ МЕТАЛІВ МЕТОДОМ ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНОГО ТИТРУВАННЯ

Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка

*В статті розглядаються результати дослідження можливості використання методу потенціометричного титрування для визначення вмісту катіонів металів у водних розчинах з використанням реакцій йонного обміну.*

**Ключові слова:** *потенціометричне титрування, реакція йонного обміну, катіони металів.*

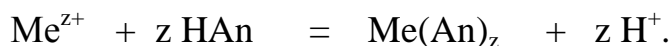
Для визначення вмісту, концентрації катіонів металів у водних розчинах використовують класичні і сучасні інструментальні методи аналізу, які в певному концентраційному інтервалі характеризуються достатньою чутливістю та точністю визначення. Одним із сучасних методів визначення вмісту йонів металів є метод прямої йонселективної потенціометрії – йонометрія, який знайшов широке застосування у практиці хімічного аналізу [1, 2]. Метод йонометрії передбачає застосування йонселективних електродів. Йонселективні електроди – це індикаторні електроди, потенціал яких лінійно залежить від логарифму активності досліджуваного йону,  $\varphi = b + k \lg a$ . Основними характеристиками йонселективних електродів є *електродна функція, селективність і час відклику*. Електродна функція це здатність електроду підтримувати лінійну залежність потенціалу від  $pX (-\lg a)$  у певному інтервалі концентрацій (активності)  $X$  з кутовим коефіцієнтом  $0,05916/z_x$ . Селективність електроду визначається його здатністю формувати потенціал в залежності від активності йону  $X$  у присутності інших йонів (зарядів).

Метод йонометрії досить зручний і широко представлений в аналітичній практиці, проте він передбачає наявність відповідних йонселективних електродів, які є індикаторними відносно певних йонів (катіонів металів), що не завжди може бути забезпечено.

У зв'язку із цим, для визначення вмісту певних металів у водних розчинах нами запропонований метод непрямой потенціометрії (потенціометричного титрування), який ґрунтується на реакції йонного обміну, що відбувається за участі йонів  $H^+$  або  $OH^-$ . В такому випадку метод потенціометричного титрування передбачає використання досить поширеного йонселективного скляного електроду з водневою функцією:

$$\varphi = \text{const} + 0,059 \lg a(H^+).$$

Під час титрування має відбуватись хімічна взаємодія катіонів металу з реагентом - титрантом, внаслідок чого змінюється концентрація (активність) іонів  $H^+$  або  $OH^-$ :



Концентрація  $H^+$  змінюється у водному розчині також унаслідок реакції:



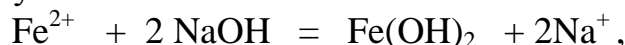
Відповідно до закону еквівалентів, концентрація іонів-Гідроген або гідроксид-іонів еквівалентна концентрації іонів металу.

Точку еквівалентності реакції титрування знаходять за кривою титрування, яку будують у координатах  $E(pH) - V_m$  в інтегральній або диференціальній формі.

Апробацію методики визначення вмісту іонів металів у водних розчинах методом потенціометричного титрування провели на модельних розчинах солей Феруму (II) і Мангану (II).

#### **Потенціометричне титрування розчину Ферум(II) сульфату.**

Для визначення концентрації  $Fe^{2+}$  у водних розчинах використали реакцію йонного обміну:



внаслідок якої утворюються малорозчинний Ферум(II) гідроксид і змінюється концентрація іонів  $H^+$ .

Наведена реакція характеризується високою швидкістю взаємодії і є практично необоротною,  $DP(Fe(OH)_2) = 7,94 \cdot 10^{-16}$  [3].

Для титрування, визначення концентрації  $Fe^{2+}$  приготовлено 0,025н. розчин Ферум(II) сульфату,  $c(Fe^{2+}) = 0,025$  моль-екв/л. Робочий розчин, титрант, з концентрацією  $c(NaOH) = 0,025$  моль-екв/л.

Потенціометричне титрування розчину Ферум(II) сульфату проводили за загальноприйнятою методикою із використанням скляного електроду та хлорид срібного, як електроду порівняння.

За результатами титрування побудовані інтегральна та диференціальна криві титрування та встановлена точка еквівалентності у хімічній реакції.

За диференціальною кривою титрування знаходимо, що  $V(NaOH)_{т.е.} = 18,0$  мл. За рівнянням закону еквівалентів обчислюємо концентрацію ферум (II) сульфату:

$$c(FeSO_4) = 18,0 \cdot 0,025 / 20,00 = 0,023 \text{ моль-екв./л}$$

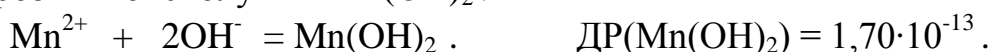
$$\text{Відхилення складає: } \Delta = 0,025 - 0,023 = 0,002.$$

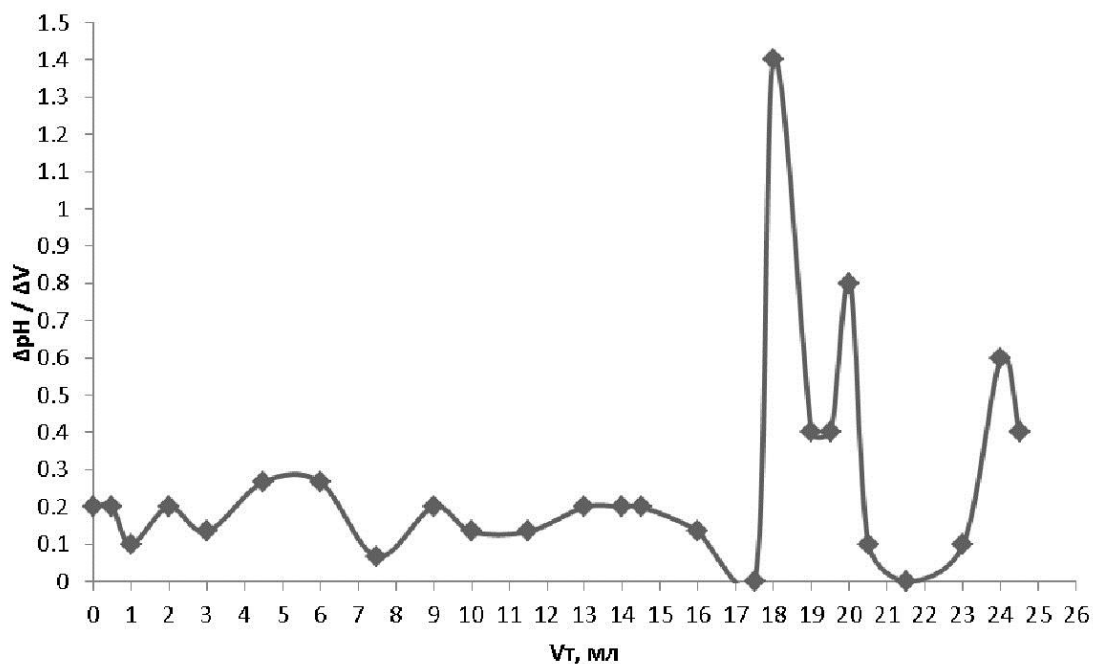
Відносна похибка визначення дорівнює:

$$\delta = (0,025 - 0,023 / 0,025) \cdot 100\% = 8\%.$$

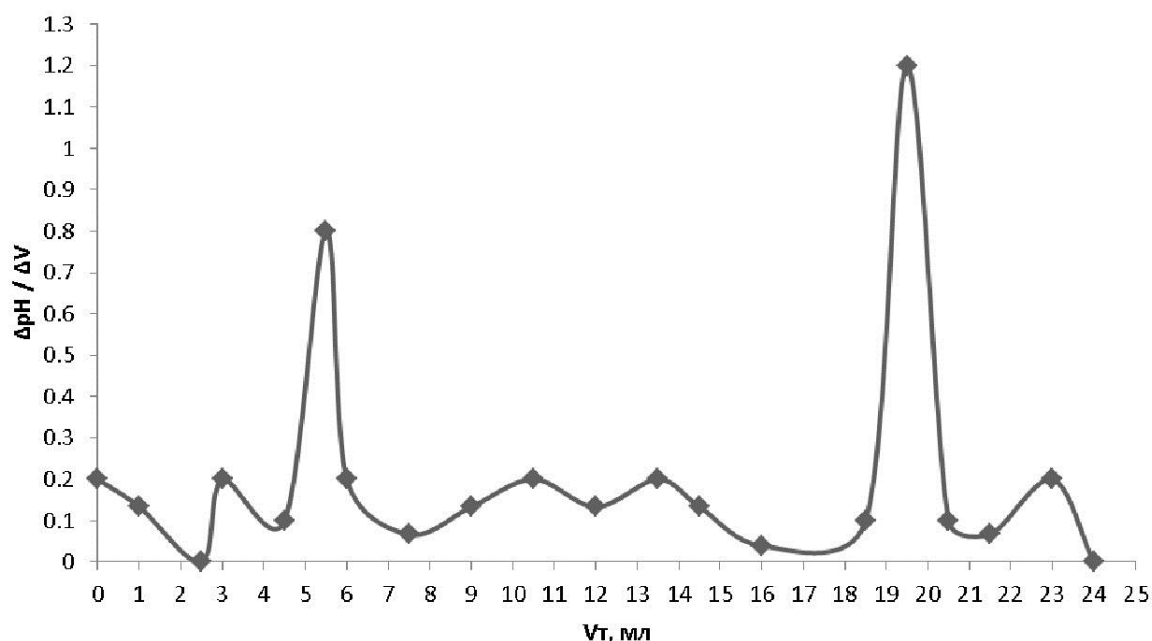
#### **Потенціометричне титрування розчину манган (II) хлориду.**

В основі титрування реакція йонного обміну з утворенням малорозчинної сполуки –  $Mn(OH)_2$ :





**Рис. 1.** Диференціальна крива потенціометричного титрування ферум (II) сульфату розчином NaOH.



**Рис. 2.** Крива потенціометричного титрування манган (II) хлориду розчином NaOH.

Розчин манган (II) хлориду ( $c(\text{Mn}^{2+}) = 0,05\text{н.}$ ) титрували  $0,05\text{ н.}$  розчином натрій гідроксиду.

Крива потенціометричного титрування наведена на рисунку 2.

За диференціальною кривою титрування знаходимо, що  $V(\text{NaOH})_{\text{т.е.}} = 19,5\text{ мл.}$  Обчислюємо за рівнянням закону еквівалентів концентрацію манган (II) хлориду:

$$c(\text{MnCl}_2) = 19,5 \cdot 0,05 / 20,00 = 0,049 \text{ моль-екв./л}$$

Відхилення складає:  $\Delta = 0,05 - 0,049 = 0,001$ .

Відносна похибка визначення дорівнює:

$$\delta = (0,05 - 0,049 / 0,05) \cdot 100\% = 2 \%$$

**Висновки.** Результати потенціометричного титрування розчинів солей Феруму (II) і Мангану (II) доводять можливість визначення вмісту катіонів металів у водних розчинах з використанням індикаторного скляного електроду, ґрунтуючись на реакціях йонного обміну. Для формування методик аналізу необхідно вивчити вплив фізико-хімічних факторів на повноту перебігу реакцій йонного обміну, чутливість методу та межі визначення йонів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агасян П.К. Основы электрохимических методов анализа: Потенциометрический метод: Учеб. пособие для вузов / П.К. Агасян, Е.Р. Николаева. – М.: Знание, 1996. – 186 с.
2. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. В 2 – х кн. / Ю.А. Золотов – М.: Высшая школа, 1999. – Кн. 2. – 494 с.
3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – 6 – е изд., перераб. и доп. / Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1989. – 448 с.

#### РЕЗЮМЕ

**М. Н. Бильченко, Т. П. Кучкова.** Определение содержания катионов металлов методом потенциометрического титрования.

*В статье рассматриваются результаты исследования возможности применения метода потенциометрического титрования для определения содержания катионов металлов у водных растворах с использованием реакций ионного обмена.*

**Ключевые слова:** потенциометрическое титрование, реакции ионного обмена, катионы металлов.

#### SUMMARY

**M. M. Bilchenko, T. P. Kuchkova.** Determination of content of metal cations by the method of potentiometric titration.

*The article considers the results of the research of the application the method of potentiometric titration to determine the content of metal cations from water solutions with the use of ionic exchange reactions.*

**Key words:** potentiometric titration, ion exchange reactions, metal cations.

УДК 541.1

**В. В. Бугаєнко, М. В. Бірюкова**

### ВЗАЄМОДІЯ СОЛЕЙ У ПОТРІЙНІЙ ВЗАЄМНІЙ СИСТЕМІ $K^+, Na^+ || AlF_4^-, Cl^-$

Сумський державний педагогічний університет ім. А.С. Макаренка

*Методами термічного фазового та рентгенофазового аналізу досліджена взаємодія розплавлених солей у трьохкомпонентній системі  $K^+, Na^+ || AlF_4^-, Cl^-$ . Побудована діаграма плавкості потрійної взаємної системи. Визначено склад низькоплавких (до  $550^\circ C$ ) сольових сумішей.*

**Ключові слова:** діаграма плавкості, фазовий аналіз, йонний обмін, комплексні флуориди алюмінію.