

УДК 620.193.21

## ЕЛЕКТРОДЕІОНІЗАЦІНЕ ВИДАЛЕННЯ ІОНІВ $\text{HCrO}_4^-$ З КОМБІНОВАНОГО РОЗЧИНУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ОРГАНО-НЕОРГАНІЧНОГО ІОНІТУ

Студ. В.В. Чміленко, гр. БТЕ-15  
Науковий керівник, пров.н.с. Ю.С. Дзязько<sup>1</sup>  
Науковий керівник доц. Ю.В. Борисенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України

<sup>2</sup>Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета і завдання.** Мета роботи – встановлення закономірностей електродеіонізаційного видалення іонів  $\text{HCrO}_4^-$  з комбінованого розчину при застосуванні органо-неорганічного іоніту на основі аніонообмінної смоли, модифікованої наночастинками гідратованого діоксиду цирконію.

Завдання – дослідження електропровідності іонітів (вихідної аніонообмінної смоли та композиту, який містить наночастинки гідратованого діоксиду цирконію), порівняльний аналіз закономірностей електродеіонізації (комбінованого процесу, який поєднує іонний обмін та електродіаліз) хроматвмісних розчинів при використанні немодифікованої смоли, композиту на її основі та інертних скляних частинок.

**Об'єкт дослідження.** Сильноосновна гелева аніонообмінна смола АВ-17 (виробництва ДП “Смоли”, м. Кам'янське), композит на основі цієї смоли, що містить наночастинки неорганічного іоніту – гідратованого діоксиду цирконію, інертний матеріал (гранульоване скло), розчини, які містять  $0.2 \text{ ммоль дм}^{-3} \text{ HCrO}_4^-$  та надлишок  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ( $0.5 \text{ ммоль дм}^{-3}$ ). Вивчали процеси електродеіонізації із застосуванням вказаних матеріалів. До переваг електродеіонізації перед традиційним іонним обміном відносяться безперервність, мінімальні витрати хімічних реагентів, легкість масштабування, м'які умови розділення, можливість повернення концентрату до технологічного ланцюга.

**Методи та засоби дослідження.** Застосовували методи імпедансної спектроскопії (дослідження електропровідності зразків) та атомної абсорбції (аналіз розчинів). Електродеіонізацію проводили у режимі стабілізації напруги.

### **Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.**

На відміну від відомих комерціалізованих технологій, які включають електродеіонізаційне знесолення розчинів, метод, що передбачає застосування органо-неорганічних іонітів, направлено на видалення з розчинів іонних сполук токсичних перехідних металів. Композиційний іоніт може бути рекомендований і для електромембранного вилучення з води та рідких технологічних відходів фосфатвмісних іонів, аніонних сполук рідкоземельних металів, урану та торію, аніонних барвників тощо.

**Результати дослідження.** Електропровідність гідроксильних форм зразків органо-неорганічного іоніту та немодифікованої смоли ( $\bar{\kappa}$ ) була розрахована з реальної частини адмітансу (провідність на постійному струмі відповідає широкому плато спектру). Значення  $\bar{\kappa}$  становлять  $0.011$  (немодифікована смола) та  $0.038$  (композит)  $\text{Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}$ . У порівнянні з немодифікованою смолою, підвищена провідність композиту може бути обумовлена збільшенням концентрації носіїв заряду на одиницю об'єму іоніту. Це може бути результатом меншого набухання композиту та додаткового джерела носіїв заряду (неорганічних частинок). Таким чином, варто очікувати більшої ефективності електродеіонізаційного процесу, який передбачає застосування саме композиту.

Попередньо було встановлено, що повне видалення іонів  $\text{HCrO}_4^-$  з комбінованого розчину досягається, коли напруга на комірці перевищує 28 В. Як приклад, рис. ілюструє кількість молей цих аніонів ( $n$ ) у відділеннях концентрування як функцію часу ( $\tau$ ). Після певного індукційного періоду, коли перенос іонів через аніонообмінну мембрану не відбувається (накопичення в іоніті), залежності  $n - \tau$  є лінійними.

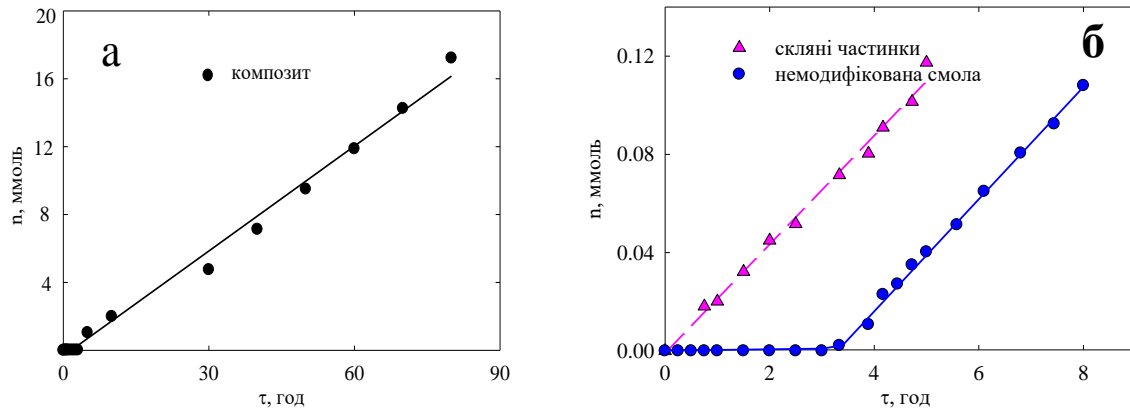


Рисунок – Залежність кількості молей іонів  $\text{HCrO}_4^-$  у відділеннях концентрування від часу при застосуванні різних між мембранних наповнювачів. Напруга становить 30 В.

У випадку органо-неорганічного іоніту, у розчині на виході з відділення знесолення не було виявлено  $\text{Cr(VI)}$ . Після проходження через шар іоніту величина рН розчину зростала з 3 до 5 за рахунок іонного обміну та дисоціації води біля поверхні кат іонообмінної мембрани. Величина рН розчину та струм залишалися постійними за стаціонарних умов. Розрахунок масового балансу показав, що іони  $\text{HCrO}_4^-$  поглинаються іонітом та переносяться через аніонообмінну мембрану в еквівалентних кількостях. Заміна органо-неорганічного іоніту на немодифіковану смолу призводить до різкого зниження швидкості переносу. Ступень видалення токсичних іонів досягав лише 10%. Слід відзначити, що нахил прямих  $n - \tau$  до осі абсцис, що відображає швидкість транспорту іонів через мембрану, є ідентичним для вихідної смоли та інертних скляних частинок (у випадку іоніту спостерігається лише досить тривалий індукційний період). Це означає, що немодифікована смола, на відміну від композиту, не виконує функцію середовища, де відбувається перенос іонів. У даному випадку електродеіонізація трансформується в електродіаліз, а гранули не модифікованої смоли відіграють функцію турбулізаторів потоку розчину (спейсерів). На протязі початкового періоду (відсутність іонів у відділеннях концентрування) мембранна система функціонує як іонообмінна колонка.

**Висновки.** У порівнянні з немодифікованою аніонообмінною смолою, суттєвою перевагою композиту, що містить наночастинки гідратованого діоксиду цирконію, є висока електропровідність та вища швидкість переносу іонів  $\text{HCrO}_4^-$ . Композит може бути використаний для обробки рідких хромічних відходів. Електродеіонізація дозволяє практично повністю видаляти токсичні аніони, концентрат може бути повернено до виробничого процесу. Для уникнення осадження нерозчинних сполук металів (нікелю, міді заліза тощо) у мембранній системі, катіони таких металів рекомендується попередньо видаляти іонним обміном. Подальша розробка процесу електродеіонізації пов'язана із вдосконаленням конструкції апарату.

**Ключові слова:** електродеіонізація, електродіаліз, іонний обмін, хромат, органо-неорганічний аніоніт.