

УДК 543.544.6.

## МЕТОД ІОННОЇ ХРОМАТОГРАФІЇ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОЇ ВОДИ

Автор – Власенко Д. С., студ.

Науковий керівник – Аміруллоєва Н. В., канд. хім. наук, доц.

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

**Постановка проблеми.** Іонообмінна хроматографія широко використовується в промисловості для очищення різних речовин, наприклад, для знесолювання та очистки природної води, при отриманні антибіотиків. В біології метод використовують для одержання та очищення білків (ферментів), нуклеїнових кислот, у фармакології – для очищення цільових продуктів терапевтичного призначення та ін. В моніторингу об'єктів навколишнього середовища іонна хроматографія є одним із перспективних та інформативних методів хімічного аналізу [1].

**Мета дослідження.** Метою данної роботи є огляд основних переваг і недоліків методу іонообмінної хроматографії, основних принципів та методик, які застосовуються в хімічному аналізі та очистці природних вод.

**Результати дослідження.** Іонообмінна хроматографія – це аналітична техніка, яка спирається на принципи хроматографії для отримання розділення іонних та молекулярних видів, які демонструють полярність. Це базується на передумові про те, наскільки ці речовини пов'язані з іншим іонообмінником. У цьому сенсі речовини, що мають електричний заряд, виділяються завдяки іонному витісненню, при якому один або декілька іонних видів переносяться з рідини в тверде тіло шляхом обміну завдяки тому, що вони мають рівні заряди.

Іонна хроматографія має такі особливості:

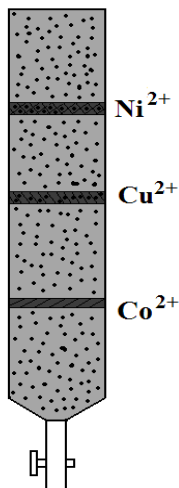
1. Застосування поверхнево-шарових сорбентів з невеликою ємністю ( $10^{-2} \dots 10^{-1}$  ммоль екв/г).
2. Невеликий розмір часток сорбенту (5...50 мкм), підвищений робочий тиск (2...5 МПа).
3. Впровадження малого об'єму проби.
4. Поєднання з високочутливими детекторами з автоматичним записом сигналу.

Рухливою фазою в іонному обміні, як правило, служить водний розчин, нерухомою – іонообмінна смола, поміщена в стовпчик (скляну трубку, або звичайну бюретку). Смола має властивість набухати у воді, тому іонообмінник готують заздалегідь. Необхідно також простежити за тим, щоб у колонці між зернами іоніту не затрималися пухирці повітря, тому що вони будуть знижувати ефективність колонки, перешкоджаючи контакту іонів з іонітом.

Припустимо, колонка заповнена катіонітом у  $H^+$ -формі. Аналізований розчин повільно пропускають через підготовану колонку, у результаті іонного обміну іони, які визначають розподіляються по стовпчику шарами відповідно до їх спорідненості до іоніту. Першими будуть осідати на іоніті ті іони, які з більшою швидкістю беруть участь в іонному обміні. Відповідно до рядів селективності при поділі суміші, наприклад,  $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ , у колонку після повного поділу ми будемо спостерігати три забарвлені зони: I –  $Ni^{2+}$ ; II –  $Cu^{2+}$ ; III –  $Co^{2+}$ .

Тепер необхідно елюювати розділені катіони та зробити кількісний аналіз. Для цього колонку промивають розчином елюента (у данному випадку розчином хлоридної кислоти певної концентрації). Вимивання відбувається у зворотному порядку, тобто першим буде елююватись  $Co^{2+}$ , що пізніше всіх осів на іоніті, потім  $Cu^{2+}$  та останнім –  $Ni^{2+}$ . Одночасно відбувається регенерація колонки. Для одержання хроматограми

виробляється відбір певних порцій елюата та їх аналіз тим або іншим способом. Метод аналізу обирається залежно від властивостей зразка – хімічний, фізико-хімічний або фізичний. Часто вимірюють показник заломлення, використовують фотометричні та інші методи. Результати вимірів записують у вигляді кривої залежності вимірюваної величини від обсягу елюата.

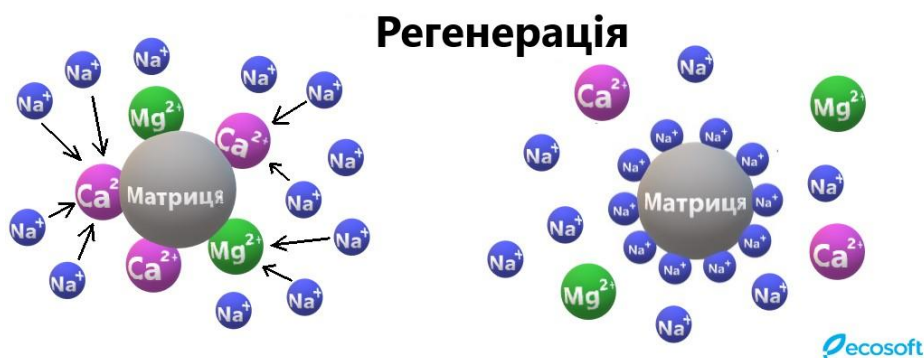


В іонній хроматографії використовують два основні методи: одноколоночний і двоколоночний.

В одноколоночній хроматографії застосовують елюент з низькою електричною провідністю або розбавлені розчини лужних гідроксидів і мінеральних кислот. У двоколоночній хроматографії використовують дві колонки: розподільну і компенсаційну.

Принцип роботи можна показати на прикладі пом'якшення або катіонування води. В процесі очищення іони, які є у воді (наприклад кальцій і магній) «вибивають» з матриці протіони (наприклад натрій) і стають на їх місце. Важливо зауважити, що вони закріплюються стехіометрично – один іон  $\text{Ca}^{2+}$  замінить 2 іони  $\text{Na}^{+}$  [2].

Після того, як більша частина поверхні іонообмінної смоли зайнята іонами кальцію та магнію потрібно здійснювати регенерацію. Вона полягає в обробці іоніту концентрованим розчином реагентів. У випадку з пом'якшенням води – це концентрований розчин  $\text{NaCl}$  або  $\text{HCl}$ . Після промивання розчин з відмитими зі смоли іонами відводиться в каналізацію та вона знову може очищати воду [3].



**Висновки.** В даній роботі показано, що метод іонообмінної хроматографії може бути ефективно використовуватися в очищенні природних вод від йонів кальцію і магнію, які обумовлюють жорсткість води. У сучасній водопідготовці дана методика широко застосовується при використанні механічних фільтрів.

### Список використаних джерел

1. Федорченко С. В., Курта С. А. Хроматографічні методи аналізу : навч. посіб. Івано-Франківськ : Прикарп. нац. ун-т ім. В. Стефаника, 2012. 146 с.
2. Сабадаш В. В., Гумницький Я. М., Милянник О. В. Динаміка адсорбції іонів  $\text{Cu}^{2+}$  та  $\text{Cr}^{3+}$  в апараті колонного типу. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія : Хімія, технологія речовин та їх застосування. 2017. № 868. С. 285–291.
3. Іонообмінна хроматографія : процедура, принципи. [Електронний ресурс]. URL: <https://uk.warbletoncouncil.org/cromatografia-intercambio-ionico-11275#menu-6>