Відгук

Офіційного опонента на дисертаційну роботу Кошеля Сергія Андрійовича «ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСЕЛ ПЕРЕНЕСЕННЯ ІОНІВ В ПОЛІМЕРНИХ МЕМБРАНАХ ТА ІОННИХ РІДИНАХ МЕТОДОМ КОМП'ЮТЕРНОЇ РЕЗИСТОМЕТРІЇ», подану на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 161 – хімічні технології та інженерія

Актуальність теми дисертаційної роботи

Іонообмінні смоли використовують у великих кількостях для заповнення багатотонних установок водопідготовки на підприємствах. Працездатність іонообмінних мембран і смол в промисловості оцінюють, виконуючи регулярну процедуру аналізу їх властивостей до іонного обміну як елемент атестації діючого обладнання (наприклад, систем водоочищення та водопідготовки). Точне підтримання режиму роботи мембран і смол висуває підвищені вимоги до аналізу і контролю технологічних показників таких систем. Саме тому дослідження процесів перенесення в іонообмінних та мембранних матеріалах, а також створення нових методів для їх аналізу є особливо актуальним завданням сучасних іонообмінних технологій і інженерії в Україні.

Регулярний контроль технологічних показників іонообмінних матеріалів на промислових підприємствах вимагає наявності кваліфікованих кадрів, витрат на дорогі хімікати, обслуговування лабораторних досліджень. Тому процедури контролю іонообмінних матеріалів, враховуючи масштаби промислових систем водоочищення, є досить затратними і потребують значного часу. На сьогоднішній день актуальним є завдання розробки методу оцінювання показників іонообмінних матеріалів, який би дозволяв одержувати показники в реальному режимі часу і був простіший і дешевший за існуючі.

Таким чином, можна констатувати, що обрана здобувачем тема дисертаційної роботи є актуальною і вирішує важливу науково-технічну задачу у галузі хімічних технологій і повністю відповідає спеціальності 161 «хімічні технології та інженерія»

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Запропоновано теоретично обґрунтований та експериментально підтверджений метод диференційної itn-метрії для визначення чисел перенесення в різних іонообмінних системах: іонообмінних мембранах та смолах, розчинах лугів, кислот, солей та іонних рідин.

2. Вперше за допомогою методу комп'ютерної резистометрії досліджено вплив електричних полів на процеси регенерації іонообмінних смол в лабораторних установках.

3. Встановлена залежність рівноважного стану системи розчин-іоніт і рівноважної обмінної ємності від концентрації модельних розчинів NaOH і NaCl в конвективній установці. Вперше показано, що швидкість обміну іонів в гелевому шарі іонітів не залежить від ступеня їх насичення модельнимим розчинами.

4. Розвинені наукові уявлення про особливості іонного транспорту в іонних рідинах. За допомогою методів комп'ютерної резистометрії та pH-метрії проведено комплексні дослідження розчинів іонних рідин – продуктів взаємодії органічних (CH_3COOH) та неорганічних (H_2SO_4, H_3PO_4, H_3BO_3) кислот з етаноламінами.

Практичне значення отриманих результатів:

Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає в розробці серії сенсорів КСН, процедури калібрування та інженерії роботи цих сенсорів. Ефективність проточного сенсору для дослідження електричного опору невеликих (від 0,2 до 2 мл) порцій досліджуваної рідини підтверджується актом впровадження методу визначення чисел перенесення іонів в навчальний процес ДВНЗ УДХТУ

Результати роботи впроваджено в курси та практичні заняття освітніх компонентів «Сучасні методи водопідготовки» та «Комп'ютерні розрахунки в хімії та хімічних технологіях» освітньо-професійної та освітньо-наукової програм «Хімічні технології та інженерія» другого (магістерського) рівня підготовки за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія в межах навчального

навантаження кафедри технології неорганічних речовин та екології ДВНЗ УДХТУ.

Запропонований метод дає спрощену оцінку працездатності рідиннофазного та/або твердофазного іонообмінного матеріалу через визначення числа перенесення під час застосування. Ця оцінка опосередковано характеризує таку ж саму властивість іонообмінного матеріалу, як і промислові методи, але досягається вона в 30-хвилинному електролізі простих речовин: лугу – NaOH, кислот – CH_3COOH або H_2SO_4, солі – NaCl.

Структура і зміст дисертаційної роботи

Дисертація викладена на 153 сторінках і складається з вступу, списку скорочень, 4-х розділів, висновків, списку використаної літератури (95 джерел). Робота містить 69 рисунків та 14.таблиць

У вступі сформульована мета досліджень, обґрунтована актуальність проблеми, положення, що виносяться на захист. показані наукова новизна і практична цінність роботи, наведені основні положення, які дисертант виносить на захист.

У першому розділі представлено огляд літературних джерел. Розглянуті існуючі методи визначення чисел перенесення іонів в різних матеріалах, описані особливості будови та використання іонообмінних мембран, смол та іонних рідин

У другому розділі описані досліджувані об'єкти і розроблене експериментальне обладнання. Наведені фізико-хімічні властивості мембран серії МА та МК, іонообмінних смол КУ-2-8, АН-2ФН та Purolite A400. Описані досліджені в роботі іонні рідини на основі етаноламінів, наведені їх схеми будови та синтезу Представлені схеми розроблених резистометричних сенсорів і експериментальних установок для дослідження процесів іонного обміну.

У третьому розділі наведені результати електрохімічних досліджень процесів іонного обміну.

Розглянуті методи контролю кінетики іонообмінних процесів у водних розчинах солей і лугів. Контроль здійснювався з використанням спеціально сконструйованих сенсорів КСН. Вони призначені для вимірювання електричного опору водних розчинів електролітів.

Описано розроблений метод диференційної itn-метрії для визначення чисел перенесення іонів в іонообмінних матеріалах. Метод являє собою алгоритм математичної обробки результатів експерименту, виконаного з використанням електролізеру з мембраною для відокремлення анодної і катодної камер електролізера. Алгоритм складається з послідовних математичних операцій по підрахуванню значень, як первинних показань всіх приладів так і проміжних параметрів, які безперервно змінюються протягом досліду

Наведені результати дослідження «мембрани» у формі стиснутого шару сферичних часток катіоніту КУ-2-8 між двома целофановими мембранами в процесі електролізу. Знайдене цим способом число перенесення відображує властивості не іоніту, а шару стиснутих частинок. Через те, що структура шару хаотично випадкова, результат виміру неточний і тому також має статистичний характер.

Проаналізовані закономірності встановлення іонообмінної рівноваги в системі смола КУ-2-8/насичений розчин NaOH.

Досліджені обмінні процеси в закритій установці з суспензійним режимом циркуляції суспензії смола-розчин. Суспензійний режим забезпечує рівномірне та інтенсивне омивання кожної частки по всій поверхні, посилює конвекцію рідини поблизу поверхні частинок і зводить до мінімуму концентраційні обмеження в розчині, що дає інформацію про кінетику обмінних процесів лише у твердій фазі.

Обговорені процеси обміну, які здійснюються в спеціальній міні-колонці. Висота шару іоніту там мала, менше 5-6 см, тому при протіканні розчину через неї розподіл концентрацій в обох фазах практично рівномірний. Це дозволяє визначати граничні кінетичні характеристики іонообмінного процесу, а використовуючи регулювання швидкості протоку – встановити закономірності кінетики обміну.

Проаналізовані результати досліджень динаміки поглинання хлорид-іонів катіонітом КУ-2-8 та аніонітом Purolite A-400 на відкритій лабораторній колонці при дії слабкого електричного поля. Виявилось, що значний позитивний ефект (зростання ступеню поглинання хлорид-іонів майже вдвічі при густині струму 2.2 мА/см2) досягається на слабоосновному аніоніті АН-2ФН. І навпаки, на сильноосновному А-400 ефект негативний – ступінь поглинання зменшується, а швидкість поглинання також падає.

У четвертому розділі наведенні результати дослідження процесу перенесення іонів в іонних рідинах.

Визначені нелінійні концентраційні функції часової динаміки іонної провідності, pH в розчинах іонних рідин на продуктів взаємодії етаноламінів з різними кислотами. Встановлено, що основними носіями заряду є продукти дисоціації неорганічного залишку. Наведено можливі варіанти будови молекул іонних рідин у водному розчині. Виконано порівняльний аналіз властивостей вивчених іонних рідин.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій та їх достовірність.

Ступінь обґрунтованості та достовірності результатів наукового дослідження забезпечується

аналізом сучасного стану наукових і практичних досліджень в предметній області хімічних технологій;

адекватним обранням використаних літературних джерел;

комплексним використанням експериментальних і теоретичних методів в заявленій предметній області;

несуперечливістю наукових положень і висновків з фундаментальними законами в галузі хімічних технологій;

коректністю і точністю результатів досліджень, що доведено результатами постійного контролю точності і достовірності.

Відомості про дотримання академічної доброчесності

Ознайомившись із науковими публікаціями та дисертацією С.А.Кошеля можна зробити висновок про відсутність порушень академічної доброчесності.

Зауваження до дисертації

1. Запропонований метод диференційної itn-метрії визначення чисел перенесення іонів заснований на відомому алгоритмі апроксимації. Тому потребує обґрунтування – у чому полягає доробок здобувача.
2. Потребує додаткового аналізу експериментально одержане, в експерименті з мембраною МФ-4СК, значення електроосмотичного потоку 0,004230 моль/хв.
3. В таблиці 3.3 наведені лише підсумкові дані результатів анодного процесу при електролізі водного розчину NaCl. Але не наведено розподіл струму на суміщені процеси виділення молекулярних хлору і кисню. Співвідношення обох суміщених процесів впливає на концентрацію OH^-.
4. В рівнянні 3.23 тривалість експерименту τ винесено у знаменник, хоча він має бути у чисельнику.
5. Потребують пояснень наведені в таблиці 3.5 експериментальні числа перенесення, що перевершують 1.

Вважаю, що отримані в дисертаційній роботі наукові і прикладні результати заслуговують на позитивну оцінку, яку не зменшують означені вище зауваження.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертація «Визначення чисел перенесення іонів в полімерних мембранах та іонних рідинах методом комп'ютерної резистометрії» за ознаками актуальності, наукової новизни і практичним значенням повністю відповідає

вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. « Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (з наступними змінами) та «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р., а її автор, Кошель Сергій Андрійович, заслуговує на присудження йому ступеню доктора філософії за спеціальністю 161 – хімічні технології та інженерія.

Офіційний опонент –

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технічної електрохімії Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

15.01.2024 р. Геннадій ТУЛЬСЬКИЙ