

ЭЛЕКТРОИОНИТНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ДВУХФАЗНЫХ ОБМЕННЫХ СИСТЕМАХ

Орехов Д.В., Дорофеева Л.И.

Научный руководитель: Дорофеева Л.И., к.ф.-м.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: sisrabol@yandex.ru

Ионообменное разделение изотопных и ионных смесей используется в процессах очистки и селективного извлечения ценных компонентов раствора, получения моноизотопной продукции и актуально для многих отраслей промышленности. Нами рассмотрены особенности применения данных процессов для обменных систем с электрорегенерацией использованного на стадиях сорбции ионообменного материала. Изучение процесса электромассопереноса при электродиализе проводилось при определении кинетических характеристик процесса электромиграции с учётом подвижности ионов и коэффициентов диффузии:

$$D = \frac{l^2}{6 \tau_0} \exp\left(-\frac{E_a}{kT}\right), \quad l = \sqrt[3]{\frac{1}{N_a c}}, \quad p_i = \frac{n_i}{n_0} = \exp\left(-\frac{E_a}{kT}\right)$$

где l – расстояние между фиксированными ионами; p_i – число частиц с энергией E_a ; n_0 – общее число частиц; k – постоянная Больмана, T – температура, N_a – число Авагадро, c – концентрация.

Анализ кинетических характеристик процесса транспорта ионов показывает, что при электродиализе с заполнением межмембранного пространства интенсивность массопереноса возрастает. Эффективность процесса разделения зависит от типа ионита, его заряда и размеров, структурных характеристик, размеров в гидратированном и дегидратированном состоянии [1], температуры среды, природы аниона, связанного с катионом в растворе [2]. Были рассмотрены двухфазные обменные системы с использованием органических и неорганических катионитов. С учетом наложения электрического поля на двухфазную систему рассчитано время диффузии ионов через рабочую камеру электродиализатора, работающего в динамическом режиме подачи раствора.

Нами проводилось определение изменения концентрации ионов с течением времени в зависимости от установленного рабочего режима аппарата. Были определены условия переноса ионов в вертикальном и горизонтальном направлениях, и выбран рабочий диапазон расхода раствора при динамическом режиме работы электродиализатора.

Предварительно оценивалось время движения ионов [3] под действием постоянного электрического поля и необходимый объёмный расход раствора через среднюю камеру:

$$t_u = \frac{d_k}{V_u} = \frac{d_k \cdot F}{\mathcal{Q}_u \cdot E} = \frac{d_k \cdot L_{AK} \cdot F}{\mathcal{Q}_u \cdot U}, \quad Q_p = \omega_k \cdot d_k \cdot V_p \cdot f = \frac{\omega_k \cdot H_k \cdot \mathcal{Q}_u \cdot U \cdot f}{L_{AK} \cdot F},$$

где d_k – межмембранное расстояние в средней камере; V_u – скорость движения ионов; \mathcal{Q}_u – подвижность иона; F – число Фарадея; U – прикладываемое напряжение; L_{AK} – межэлектродное расстояние; E – напряженность постоянного электрического поля; ω_k – ширина средней камеры; V_p – скорость движения раствора; f – коэффициент пористости.

В ходе последующего моделирования процесса регенерации ионообменника была рассчитана скорость движения фронта концентрационной волны по средней камере электродиализатора с межмембранным заполнением ионообменным материалом и установлена взаимосвязь скорости движения фронта концентрационной волны с ионообменной ёмкостью ионита, а также определены затраты энергии и условия электропитания электродиализного аппарата.

Применение динамического режима подачи ионообменника в среднюю камеру электродиализатора эффективно с точки зрения осуществления замкнутых непрерывных процессов регенерации ионообменников, результаты работы могут быть использованы на предприятиях для процессов очистки технологических растворов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Ярославцев А.Б. Ионный обмен на неорганических сорбентах // Успехи химии.-1997,-Т.66, №7,- С.641-660.
- 2) Измайлов Н.А. Электрохимия растворов. Москва: Химия, 1976. - 488 стр.
- 3) Вергун А.П., Тихонов Г.С., Дорофеева Л.И. Деионизация никельсодержащих растворов гальванического производства. // Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т.306, № 2.– С. 38 - 39. - ISBN 60579582.