

ЭЛЕКТРОРЕГЕНЕРАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ

Дорофеева Л.И., Михайлов А.Г.

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: agm10@tpu.ru

Процессы очистки и селективного извлечения ценных компонентов из технологических растворов при электрорегенерации широко используются во многих отраслях промышленности [1] для создания замкнутых непрерывных технологических циклов, получения моноизотопной продукции.

В работе рассмотрены электроионитные системы с использованием органических и неорганических катионитов. В динамическом режиме работы электродиализного аппарата с непрерывной подачей раствора определялось время диффузии ионов, мигрирующих по рабочей камере горизонтально, с учётом вертикальной составляющей.

Из условий равенства времени движения ионов в вертикальном и горизонтальном направлениях [2] для нормальных условий переноса определялся объёмный расход раствора в аппарате:

$$Q_p = \omega_k \cdot d_k \cdot V_p \cdot f = \frac{\omega_k \cdot H_k \cdot \mathcal{G}_u \cdot U \cdot f}{L_{AK} \cdot F}, \quad t_p = \frac{H_k}{V_p},$$

а также время задержки ионов в электродиализаторе:

где H_k – высота рабочего пространства средней камеры; V_p – линейная скорость движения раствора, ω_k – ширина средней камеры; d_k – межмембранное расстояние в средней камере; \mathcal{G}_u – подвижность иона; F – число Фарадея; U – прикладываемое напряжение; f – коэффициент пористости; L_{AK} – межэлектродное расстояние;

Таким образом, при наложении электрического поля на двухфазную систему рассчитано время диффузии ионов через рабочую камеру электродиализатора, работающего в динамическом режиме подачи раствора и выбран рабочий диапазон расхода раствора. С учётом подвижности ионов и коэффициентов диффузии определены кинетические характеристики процесса электромиграции. Интенсивность массопереноса [3] значительно возрастает с межмембранным заполнением рабочего пространства аппарата, кинетические характеристики процесса электротранспорта ионов при данных условиях рабочей среды показывают, что эффективность процесса разделения [4] зависит от типа ионита, его структурных характеристик, размеров в гидратированном и дегидратированном состоянии, температуры среды, природы аниона, связанного с катионом в растворе. Распределение концентрации ионов в процессе электромиграции [5] по ионообменному слою можно определить с учётом отношения подвижностей ионов и плотности тока:

$$\frac{\partial J_A}{\partial \tau} = \frac{i}{F C_E} \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \frac{\alpha J_A}{1 - (1 - \alpha) J_A} \right\}.$$

Здесь i – плотность тока [мА/см²]; J_A – доля ионита; C_E – ёмкость ионита [мг-экв./г]; α – отношение подвижностей ионов.

В ходе процесса электрорегенерации рассчитана скорость движения фронта концентрационной волны по средней камере электродиализатора с межмембранным заполнением ионообменным материалом, определены затраты энергии и условия электропитания.

Получены результаты теоретических исследований для обменных систем с электрорегенерацией, использованного на стадиях сорбции, ионообменного материала, которые хорошо согласуются с экспериментальными данными. Для осуществления замкнутых непрерывных процессов электрорегенерации отработанных технологических растворов эффективно использование динамического режима работы электродиализного аппарата, 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. 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.
3. Измайлов Н.А. Электрохимия растворов. Москва: Химия, 1976. - 488 стр.
4. Dorofeeva L.I., Nguyen Anh Kuan. Modeling of Sorption Processes on Solid-phase Ion-exchangers// AIP Conference Proceedings. — 2018. — Vol. 1938 — [020021, 6 p.].
5. Вергун А. П., Тихомиров И. А., Л. И. Дорофеева. Разделение изотопов и ионов с близкими свойствами в обменных процессах с электрохимическим обращением потока фаз// Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ] / Томский политехнический университет (ТПУ). – 2003. – Т. 306, № 3. – С. 66-70.