

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОБРАЩЕНИЯ ПОТОКОВ ФАЗ ПРИ ИЗОТОПНОМ ОБМЕНЕ

Л.И. Дорофеева, А.П. Вергун, А.А. Сычёва

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Рассмотрены основные принципы организации процесса разделения изотопов щелочных элементов в противоточной двухфазной ионообменной системе при электрохимическом обращении потоков фаз в условиях электромиграции изотопозамещенных форм ионов при электродиализе. Разработаны математические модели процесса изотопного обогащения, которые учитывают электрохимический способ обращения потоков фаз при движущемся потоке ионообменника в колонне. Установлены условия переноса изотопических ионов в вертикальном и горизонтальном направлениях, а также время диффузии изотопозамещенных форм ионов через рабочую камеру электродиализного аппарата, работающего в динамических условиях подачи раствора, затраты энергии и условия электропитания. Полученные результаты теоретических исследований для обменных двухфазных систем с последующей электро-регенерацией ионообменного материала хорошо согласуются с экспериментальными данными.

Ключевые слова: разделение изотопов, электрохимические процессы, обращение потоков фаз, электромиграция, ионообменник.

Введение

Обменные процессы, основанные на физико-химических принципах обогащения целевого компонента, имеют практическую значимость для получения моноизотопной продукции, используемой в разных областях науки, техники и медицины. Полнота выделения целевого изотопа из исходной смеси определяется термодинамическим коэффициентом разделения [1–5], который зависит от условий организации процесса. Поиск эффективных методов снижения затрат на отдельные стадии процесса разделения [6] является одним из важнейших направлений для теоретических и экспериментальных исследований. Обращение потоков фаз электрохимическим методом в обменных двухфазных [7] системах позволяет значительно сократить затраты на выделения целевого изотопа, обеспечить непрерывность процесса разделения. В работе рассмотрена организация обменного разделительного процесса для изотопов легких щелочных элементов на твердофазном ионообменном материале с последующей регенерацией в процессе электродиализа. Разработана математическая модель обменного процесса, которая учитывает электрохимический способ обращения потоков (ОП) фаз при движущемся потоке ионообменника в колонне.

1. Теоретическая часть

Основные принципы организации процесса разделения изотопов щелочных элементов в противоточной системе с электрохимическим обращением потоков фаз определены для двухфазной обменной системы ионит – раствор [2, 3] при электромиграции изотопозамещенных форм в процессе электродиализа. При этом поток вещества, переносимого через поперечное сечение колонны, определяется с учетом емкости ионообменника (Γ , мг-экв/г), площади поперечного сечения аппарата (S , см²), линейной скорости движения твердой фазы (V , см/с) и плотности ионообменника (ρ , г/см³):

$$J = \rho \cdot \Gamma \cdot S \cdot V. \quad (1)$$

Величина отбора обогащенного продукта (P) определяется в зависимости от потока вещества, пропускаемого через ионообменную колонну, и регулируется исходя из прироста концентрации по ступеням (Δn):

$$\Delta C = \varepsilon \cdot C_1 (1 - C_1) \Delta n - \frac{P}{J} (C_P - C_1) \Delta n. \quad (2)$$

В принятых обозначениях C_P – концентрация отбора, C_1 – концентрация питания.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>