

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ИЗОТОПНЫХ РАЗДЕЛЕНИЙ ПРИ ПРОТИВОТОЧНОЙ ЭЛЕКТРОМИГРАЦИИ В СИСТЕМЕ ИОНИТ-РАСТВОР

Григорьев М.И., Балашков В.С., Вергун А.П.

Научный руководитель Вергун А.П., д.ф.-м.н., профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия,
г. Томск, пр.Ленина 30, anatoli@tpu.ru

Исследования в области электромиграции в ионитах направлены на разработку эффективных способов разделения изотопов, ионов с близкими свойствами, тонкой очистки веществ. Рассматриваемый способ разделения изотопных и ионных смесей, основан на совмещении обменных и электрохроматографических процессов. В серии колонн осуществляется изотопный обмен с обращением потоков фаз, которое производится с применением электродиализатора с ионообменными мембранами. Разработана программа расчета параметров работы электродиализатора с ионитом в рабочей камере. Определяются значения скорости движения фронта электромиграции, отделяющего обогащенную и обедненную фракции в зависимости от условий электропитания аппарата, характеристик ионита и подвижностей разделяемых изотопов.

Достигнутая степень замещения составила 96-98 %, что является достаточным для организации непрерывного процесса обращения потоков фаз.

Процесс обращения потоков фаз изучался как в аппаратах фильтр-прессного так и трубчатого типа. С точки зрения повышения производительности электродиализатора проводились исследования по обращению потоков фаз при интенсивных токовых режимах, когда плотность тока в аппарате выше предельных значений. Обращение потоков фаз изучалось также на разработанном многокамерном электродиализаторе ступенчатого типа. Противоток в таком аппарате осуществлялся без подачи специального раствора в катодную камеру. Электродиализатор выполнен в виде фильтр-прессной установки из камер различной высоты. Высота камер уменьшается от катода к аноду.

Получены результаты по электроосмотическому переносу растворителя в зависимости от значения электрического тока. Так для величины электрического тока 0,1; 0,2; 0,3(а). Электроосмотический перенос растворителя составил соответственно, 1,1; 1,95; 3(мл./час). Определялись величины концентраций выделяемого изотопа в камерах аппарата и значения pH. Электролит из катодной камеры электродиализатора направляется далее в качестве потока питания в электрохроматографическую колонну.

Противоточная электромиграция разделяемых ионов в ней осуществляется как в фазе раствора, так и в фазе ионита путем встречного движения ионов и системы ионит-раствор. Эффективность электроионитных методов разделения при этом существенно возрастает. Так в сопоставимых условиях степень разделения в рассматриваемом методе в 1,3 раза выше, чем в колоннах с неподвижным ионитом. В схеме изотопных разделений применяется установка, состоящая из противоточной ионообменной колонны с наложением электрического поля и электродиализатора, присоединенного к ее катодной части. При разделении ионов с близкими свойствами на установке существенно повышается число переноса и степень разделения по сравнению с обычной электрохроматографической колонной. Более эффективно осуществляется и каскадирование ступеней типа электродиализатор-колонна. Электродиализные аппараты изучались фильтр-прессного и трубчатого типов. Электропитание осуществлялось постоянным и асимметричным током. При анализе нестационарных условий работы установки при разделении ионных и изотопных смесей рассматривалось влияние флуктуации основных параметров на степень разделения и величину отбора выделяемого компонента.

При оптимизации процессов разделения изотопов и ионов с близкими свойствами в условиях противоточной электромиграции в ионитах использовались методы планирования экстремальных экспериментов. При построении математических моделей рассматриваемых процессов в виде уравнений регрессии в качестве функции отклика рассматривалась степень изотопного разделения (y_1). Факторами являлись следующие величины. Концентрация раствора в разделительной установке Z_1 [г-экв/см³], напряжение электрического поля Z_4 [в], скорости противотока раствора и ионита —соответственно Z_2 и Z_3 [см³/час]. Проверка адекватности полученных математических моделей рассматриваемому процессу разделения изотопических ионов проводилась по критерию Фишера (F). Показано, что условие адекватности соблюдается.