

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТВЕРДОФАЗНЫХ ИОНООБМЕННИКАХ

Нгуен Ань Куан¹, Дорофеева Л.И.²

¹Вьетнам; ²НИ ТПУ, г. Томск

E-mail: quan1390@gmail.com

Ионообменные процессы в настоящее время эффективно применяются в промышленной водоподготовке при очистке сточных вод и технологических растворов, для извлечения урана, золота и других ценных металлов, а также в технологии неорганических и органических веществ.

Важным фактором является при этом способность твердофазного ионообменника существенно накапливать извлекаемый компонент с учётом его низкой концентрации в исходном растворе. При этом ионообменные процессы разделения и очистки веществ обладают высокой избирательной способностью и обеспечивают необходимую степень концентрирования [1]. Таким образом, проблема очистки технологических растворов, а также промышленных сточных вод от растворённых в них соединений щелочных и щелочноземельных металлов актуальна и имеет важное значение для многих отраслей промышленности. Работы, проводимые в данном направлении, основаны на изучении эффективных способов разделения, применении ионообменных материалов, отвечающих требованиям по экологической безопасности производства.

Наибольший интерес вызывают селективные ионообменники [2] применяемые для очистки сточных вод промышленных производств различного типа. Их применение обусловлено высокой сорбционной активностью, низкой стоимостью, доступностью, избирательностью. Основным преимуществом сорбентов данного типа является большая удельная поверхность.

В данной работе проводились исследования по моделированию сорбционных процессов на твердофазных ионообменниках, при этом были определены: коэффициенты селективности при разделении ионов щелочных элементов на селективных ионообменниках, высота эквивалентной теоретической ступени для непрерывной и ступенчатой подачи ионита в колонну [3], составлены параметрические модели, адекватно описывающие зависимость перепада давления через слой ионообменного материала, и величины расширения ионообменного слоя от скорости потока и температуры. Моделирование процесса ионообменного поглощения проводили с помощью уравнения, наиболее адекватно описывающего зависимость гидравлических характеристик от скорости потока с учётом температуры. В качестве аппроксимационной кривой выбрана полиномиальная. Вывод уравнений регрессии производился методом наименьших квадратов, так как экспериментальные точки в этом случае максимально приближены к аппроксимационной кривой.

В результате математической обработки результатов была получена параметрическая модель, которая показывает, что перепад давления через слой ионообменного материала зависит от гранулометрического состава зернистого слоя, объема пустот твердофазного ионообменника, высоты фильтрующего слоя, скорости потока, вязкости среды и температуры поступающего в колонну потока раствора:

$$\Delta P=f(\vartheta,T)=(\alpha_0+\alpha_1T+\alpha_2T^2)+(\beta_0+\beta_1T+\beta_2T^2)\cdot\vartheta+(\gamma_0+\gamma_1T+\gamma_2T^2)\cdot\vartheta^2$$

Расширение слоя возрастает с ростом скорости потока и с увеличением температуры уменьшается:

$$[h/h_0]-1=f(J,T)=(\alpha_0+\alpha_1T+\alpha_2T^2)+(\beta_0+\beta_1T+\beta_2T^2)\cdot J+(\gamma_0+\gamma_1T+\gamma_2T^2)\cdot J^2$$

Здесь граничные условия: $\vartheta = 0 \div 84$ м/ч, $T = 278 \div 298$ К, $J = 0 \div 10$ м/ч .

Для расчета параметров использовали коэффициенты систем уравнений, расположенных с учётом увеличения температуры. Критерии, показывающие достоверность статистической обработки данных находятся в диапазоне $0,95 \div 0,98$, таким образом, установлено, что регрессионные уравнения процесса ионообменного поглощения соответствуют экспериментальным данным. Применение ионообменного материала с привитыми селективными свойствами более эффективно, как для процессов сорбции и ионообменного поглощения, так и изотопного обогащения, поэтому результаты могут быть использованы в различных областях, где требуется разделение, глубокая очистка и селективное извлечение ценных компонентов из технологических растворов, а также изотопное обогащение на селективном ионообменном материале.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ярославцев А.Б. Ионный обмен на неорганических сорбентах// Успехи химии, 1997, Т.66, №7, С.641-660.
2. Тихомиров И.А., Вергун А.П., Дорофеева Л.И. Исследование селективных свойств неорганических ионообменников/ Томск, 2001. - 14 с. - Деп. В ВИНТИ 28.03.01, № 759 - В2001.
3. Тихомиров И.А., Вергун А.П., Дорофеева Л.И. Моделирование разделительного процесса на обменной противоточной колонне / Томск, 2001. - 8 с. - Деп. В ВИНТИ 28.03.01, № 758 - В2001.