

Е. Н. Коржов, А. С. Чопчиян (Воронеж, ВГУ; Старый Оскол, СТИ МИСиС). Математическая модель электродиффузионного переноса электролитов около селективно проницаемой мембраны.

Во многих технологических процессах необходимо разделять жидкие и газовые смеси. Исходя из различия коэффициентов диффузии и равновесных параметров растворимости нейтральных или заряженных компонентов, входящих в состав смесей, возможно достаточно эффективное разделение целевых компонентов в процессе диффузионного переноса через мембраны. Этот принцип разделения является экологически безопасным и положен в основу многих технологических процессов химической, нефтехимической, фармацевтической и других промышленных отраслей.

В работе, представленной данным сообщением, рассматривается электродиффузионный перенос компонентов бинарного электролита около ионоселективной мембраны в стационарном режиме. При построении модели были использованы закон баланса массы, уравнения Нернста–Планка для плотности потока ионов, закон Гаусса для электрического потенциала и закон Фарадея для величины тока в многокомпонентном растворе. В безразмерных переменных математическая модель имеет следующий вид:

$$\frac{dp}{dX} = -z_1 p \frac{d\Phi}{dX} - \alpha_p J, \quad (1)$$

$$\frac{dn}{dX} = -z_2 n \frac{d\Phi}{dX} + \alpha_n J, \quad (2)$$

$$\mu^2 \frac{d^2 \Phi}{dX^2} = -p + n, \quad (3)$$

$$1 - \frac{J}{B} \int_0^1 F(X) dX - \int_0^1 \left(z_1 \frac{dp}{dX} + z_2 A \frac{dn}{dX} \right) F(X) dX = 0, \quad (4)$$

при граничных условиях

$$X = 0 : \quad p(0) = n(0) = 1, \quad \Phi(0) = 0, \quad (5)$$

$$X = 1 : \quad \Phi(1) = -1, \quad (6)$$

где X — пространственная координата; $p = p(X)$, $n = n(X)$, $\Phi = \Phi(X)$ — неизвестные функции распределения концентраций заряженных компонентов и электрического потенциала; J — неизвестная величина плотности тока; μ^2 — малый параметр; $F(X) = 1/(z_1^2 p(X) + z_2^2 n(X))$.

Полученная система уравнений (1)–(4) относится к числу сингулярно возмущенных, т.к. уравнение (3) содержит в левой части малый параметр μ^2 при производной, а в уравнениях для концентраций все величины порядка единицы. Для нахождения ее решения использован метод пограничных функций, предложенный А. Б. Васильевой и В. Ф. Бутузовым [3]. Решение электродиффузионной краевой задачи (1)–(6) представлено в [2], [4]. На основании найденного приближенного аналитического решения задачи установлены некоторые закономерности и особенности мембранного процесса разделения. В частности, показано, что максимальные значения заряда и напряженности электрического поля в рассматриваемом случае достигаются на поверхности мембраны, а концентрационные профили для разных сортов ионов имеют качественно различный характер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Заболоцкий В. И., Никоненко В. В.* Перенос ионов в мембранах. М.: Наука, 1996.
2. *Коржов Е. Н., Чопчиян А. С.* Математическое моделирование электродиффузионного процесса переноса около ионоселективной мембраны с учетом объемного электрического заряда. — Сорбционные и хроматографические процессы, 2007, т. 7, № 5, с. 815.
3. *Васильева А. Б., Бутузов В. Ф.* Асимптотические разложения решений сингулярно возмущенных уравнений. М.: Наука, 1973.
4. *Чопчиян А. С., Коржов Е. Н.* Характеристики электродиффузионного переноса в мембранных системах. — В сб. трудов всероссийской научно-практической конференции «Молодые ученые — науке и производству». Старый Оскол: СТИ МИСиС, 2008, т. 4, с. 191.