

## ТЕПЛОФИЗИКА И ГИДРОДИНАМИКА

УДК 544.2, 544.3, 544.6

DOI: 10.17223/00213411/69/2/4

**Электромиграционное разделение ионов в растворах электролитов под действием переменного однополярного электрического поля**В.Г. Бутов<sup>1</sup>, В.Н. Гофман<sup>2</sup>, Е.А. Нестеров<sup>2</sup>, С.Н. Тимченко<sup>2</sup>, И.А. Ушаков<sup>2</sup><sup>1</sup> *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*<sup>2</sup> *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Рассмотрены процессы воздействия переменного однополярного электрического поля синусоидальной формы на молекулы гидратных оболочек ионов в разбавленных растворах электролитов. Показано, что поглощение энергии электрического поля определенной напряженности и частоты молекулами воды гидратных оболочек ионов приводит к частичной дегидратации этих ионов и увеличению их подвижностей.

**Ключевые слова:** переменное электрическое поле, гидратная оболочка, дегидратация ионов.

**Введение**

Разработка новых технологий разделения химических элементов [1, 2], а также их изотопов [3] представляет важную часть развития ядерной, химической, медицинской и ряда других отраслей промышленности [4]. Химические и сорбционные методы разделения используются для получения особо чистых веществ [5, 6], а также при переработке различных производственных отходов [7]. Несмотря на широкую распространенность вышеуказанных методов [8], их использование часто сопровождается образованием побочных продуктов, требующих дополнительной переработки или утилизации. С целью снижения производственных затрат и соблюдения экологической безопасности все большее развитие приобретают безреагентные способы разделения и очистки веществ [9, 10]. К числу последних по праву относятся электромиграционные методы разделения [11]. Многочисленные исследования по разделению ионов электромиграцией в растворах и расплавах солей осуществлялись при использовании внешнего постоянного электрического поля. Это относится и к созданию математических моделей, описывающих поведение ионов, в том числе изотопных, в растворах электролитов под действием электрического поля [12, 13]. В то же время процессы разделения, протекающие в этих средах под воздействием переменных электрических полей, остаются малоизученной областью.

Отдельные опытные результаты свидетельствуют о том, что при наложении переменного электрического поля определенной полярности и частоты на раствор, содержащий в своем составе два разноразных катиона, в прикатодной части разделительного устройства наблюдалось преимущественное концентрирование одного из катионных компонентов. Авторами работы [14] экспериментально подтверждено наличие такого эффекта, названного ими электроиндуцированным дрейфом. По их мнению механизм наблюдаемого эффекта обусловлен поляризующим действием переменного асимметричного электрического поля определенной частоты на ионный сольватный комплекс с последующим образованием диполя в системе «ион – сольватная оболочка», что и определяет повышение скорости движения целевого иона по отношению к скоростям движения других ионов. Согласно классическому определению, явление переноса ионов под действием внешнего электрического поля обычно называют электромиграцией. В данной работе применительно к переменному электрическому полю мы будем использовать термин однополярность, который означает, что в рассматриваемом технологическом процессе один из электродов заземлен, т.е. имеет нулевой потенциал, в то время как другой электрод имеет либо положительный, либо отрицательный потенциал – в зависимости от знака заряда целевого иона.

Такое электрическое поле представляет собой следующие сразу друг за другом полуволны синусоидальной формы с определенной частотой и амплитудой. Такую же синусоидальную форму будут иметь такие характеристики электрического поля, как плотность тока, напряженность и энергия (рис. 1).