

Аннотация

В ходе выполнения Проекта в 2020 году разработана высокотехнологическая экспериментальная ячейка оригинальной конструкции. С ее использованием, проведено комплексное определение электрохимических характеристик мембран (электропроводность, диффузионная проницаемость, селективность, вольтамперные и хронопотенциометрические характеристики, числа переноса ионов H^+ и OH^-), применяемых немецкими партнерами (Нафийон 117 и др.). Применяя эти параметры разработаны 2D и 3D математическое модели процессов переноса в гладком канале обессоливания (без спейсеров) с учетом диффузии, электромиграции, вынужденной конвекции и электроконвекции на основе уравнений Нернста-Планка-Пуассона и Навье-Стокса (Модель 1). Проведено теоретическое исследование фундаментальных закономерностей нестационарного переноса ионов 1:1 соли в электромембранных системах при далеких сверхпредельных плотностях тока в потенциостатическом и потенциодинамическом режимах. Рассматриваются три электромембранные системы: обедненный диффузионный слой у ионообменной (например, катионообменной) мембраны, сечение канала обессоливания, образованного анионообменной (АОМ) и катионообменной (КОМ) мембранами, моделирующего перенос ионов соли в длинном канале с неподвижным раствором и сам канал обессоливания с учетом вынужденной конвекции.

Впервые получены теоретически и исследованы следующие **новые явления** при далеких сверхпредельных плотностях тока, существенно влияющие на перенос ионов соли:

1) Пробой пространственного заряда в электромембранных системах. Показано, что, например, в сечении канала обессоливания для раствора KCl, с увеличением скачка потенциала образуются две солитоподобные, одинокие, разнозаряженные волны пространственного заряда, которые движутся друг другу навстречу. Вначале они практически не взаимодействуют, но по мере приближения друг к другу начинают притягиваться и их скорости сближения увеличивается и в момент соприкосновения практически мгновенно они разряжаются, т.е. происходит пробой пространственного заряда

2) Возникновение контрастных структур пространственного заряда. Впервые показано, что в некоторых случаях от ОПЗ у мембран отрываются небольшие «кусочки» и начинают самостоятельно дрейфовать вниз по течению раствора, незначительно меняя свою форму, а затем исчезают соединяясь с той же ОПЗ у мембраны. Этими свойствами они похожи на шаровые молнии в атмосфере. **Впервые показано возникновение**

локальных внутренних погранслоев пространственного заряда при сверхпредельных режимах, возникающие вне от ОПЗ, примыкающих к ионообменным мембранам

3) Нами теоретически установлено новое явление - образование двойного электрического слоя в глубине раствора в результате реакции рекомбинации. Показано, что это приводит к более сложному протеканию пробоя пространственного заряда.

Проведен расчет и анализ теоретических вольтамперных характеристик и установлены основные закономерности ее изменения

В качестве задела на второй год работы исследованы влияние формы и расположение спейсеров на выход по току и влияние реакции диссоциации/рекомбинации молекул на перенос ионов 1:1 соли в сечении канала.