

УДК 544.6

Давыдов Д.В., Мельников С.С., Ачох А.Р., Коржов А.Н.,
Лоза С.А., Бондаренко И.Д.
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»,
Краснодар, Россия

ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ИЗ ГРАДИЕНТА СОЛЕННОСТИ МЕТОДОМ ОБРАТНОГО ЭЛЕКТРОДИАЛИЗА

Обратный электродиализ (RED) является многообещающей технологией преобразования градиента солености в полезную электроэнергию [1,2], её возможно получить при смешивании двух водных растворов разной солености. Огромный потенциал процесс сбора энергии из градиента концентрации с помощью RED привлек большое внимание за последние несколько десятилетий. В настоящее время существуют различные технологии превращения градиента концентраций в электроэнергию, которым посвящены многие исследования: осмос с противодавлением (PRO), обратный электродиализ (RED), биполярный мембранный обратный электродиализ (BMRED).

При определении мощностных характеристик RED большую роль играет гидродинамический режим в каналах аппарата внутреннее сопротивление аппарата, тип, площадь мембран [3], а также их селективность, концентрации солей и температура. На эффективность процесса зачастую влияет расстояние между мембранами в камере [4].

Максимальная выходная мощность [5] при использовании R_{stack} и E_{OCV} может быть выражена следующим образом:

$$P_{max} = \frac{(E_{OCV})^2}{4R_{stack}} \quad (1)$$

где

R_{stack} - общее сопротивление, включающее в себя омическую и неомическую составляющие,

E_{OCV} - потенциал разомкнутой цепи.

Объектами исследования являлись чешские гетерогенные ионообменные мембраны Ralex CM, Ralex AMH (Mega a.s., Czech Republic). Для исследования мощностных характеристик процесса обратного электродиализа был выбран модельный раствор морской воды Чёрного моря с содержанием хлорида натрия 20 г/л, а в качестве пресной воды использовались растворы с различным содержанием NaCl от 0,1-2 г/л. Лабораторный электродиализатор состоял из 9 парных камер.

Результаты измерений мощностных характеристик на модельном растворе Чёрного моря при различном солесодержании NaCl в «пресной воде» представлены на рисунке 1.

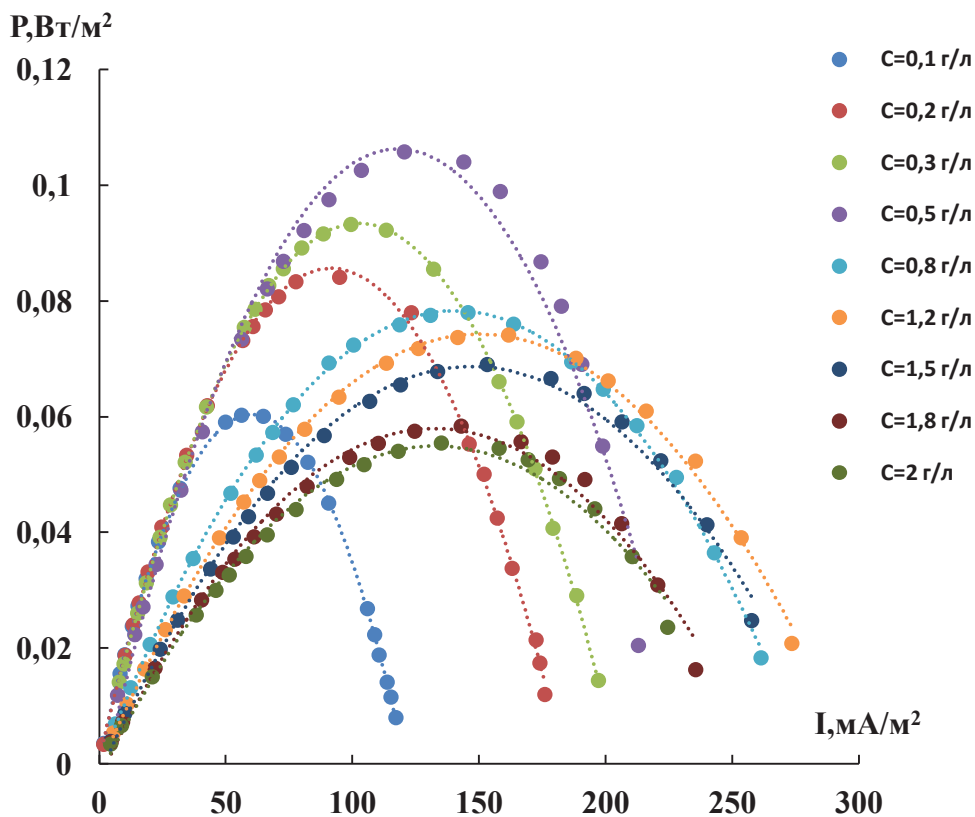


Рис 1. Зависимость удельной мощности электродиализатора от плотности тока

Максимальная выходная мощность при данном градиенте солёности наблюдается при концентрации 0,5 г/л. Это может быть описано зависимостью выходной мощности от сопротивления, которое включает в себя омическую и неомическую составляющие элементарной ячейки электродиализатора, а также потенциала разомкнутой цепи.

При увеличении солесодержания NaCl в «пресной воде» сдвиг происходит в область с большей плотностью тока это связано с вкладом омической и неомической составляющей сопротивления. Увеличение концентрации NaCl в пресной воде ведёт к возрастанию удельной электропроводности раствора, переносчиков тока становится больше, что и приводит к увеличению плотности тока.

В настоящее время ведутся множество работ по созданию более эффективных условий технологии RED, направленных на модифицирование различных типов мембран, создание оптимальных гидродинамических режимов и варьирование параметров каналов, что в конечном итоге сможет привести к увеличению мощностных характеристик и расширению использования данной технологии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Кубанского Научного Фонда в рамках научного проекта №МФИ-20.1/110

ЛИТЕРАТУРА

1. G.Z. Ramon. Membrane-based production of salinity gradient power / G.Z. Ramon, B.J. Feinberg, E.M.V. Hoek // Energy Environ. Sci. – 2011. – Vol, 4. – P. 4423-4434.
2. Y. Mei. Recent developments and future perspectives of reverse electro dialysis technology: a review / Y. Mei, C.Y. Tang // Desalination. – 2018. – Vol, 425. – P. 156-174.
3. J. Veerman. Electrical power from Sea and river water by reverse electro dialysis: a first step from the laboratory to a real power plant / J. Veerman, M. Saakes, S.J. Metz, G.J. Harmsen // Environ. Sci. Technol. – 2010. – Vol, 44. – P. 9207-9212.
4. R. Ortiz-Imedio. Comparative performance of salinity gradient power-reverse electro dialysis under different operating conditions / R. Ortiz-Imedio, L. Gomez-Coma, M. Fallanza, A. Ortiz, R. Ibanez, I. Ortiz // Desalination. – 2019. – Vol. 457, – P. 8–21.
5. Veerman, J. Reducing power losses caused by ionic shortcut currents in reverse electro dialysis stacks by a validated model / Veerman, J., Post, J.W., Saakes, M. // J. Memb. Sci. – 2008. – V, 310. – P. 418–430.