

РАЗРАБОТКА МИНИ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ПОРТАТИВНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Систер В.Г., Фатеев В.Н.,⁽¹⁾ Бокач Д.А.

Московский Государственный Университет Инженерной Экологии
Старая Басманная ул., 21/4, Москва, 105066, Россия

⁽¹⁾ Институт Водородной Энергетики и Плазменных Технологий Российского Научного
Центра "Курчатовский институт", пл. Курчатова, 1, Москва, 123182, Россия

Введение

В настоящее время в мире наблюдается возрастающий интерес к новым источникам энергии для питания мобильных телефонов, ноутбуков и других портативных электронных устройств на основе мини топливных элементов (МТЭ). Возрастает энергопотребление таких устройств, и время работы на современных литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторах становится недостаточным. Кроме того, для решения ряда специфических задач существует потребность в зарядных устройствах для аккумуляторов в условиях, где их подзарядка от электросети невозможна (нужды Министерства Обороны, МЧС и др.).

Результаты и обсуждение

Поскольку речь идет о создании миниатюрных источников энергии для портативных электронных устройств, то масса и габариты такого источника питания являются критическим параметром. Поэтому для таких систем лучше всего подходят топливные элементы с твердым полимерным электролитом (ТПТЭ). Ключевым компонентом ТПТЭ является мембрано-электродный блок (МЭБ). МЭБ состоит из мембраны из твердого полимерного электролита (ТПЭ) с нанесенными на нее с двух сторон пористыми электродами, обладающими каталитической активностью по соответствующей реакции. Электролит представляет собой полимер, обладающий протонной проводимостью. Сборка анод – электролит – катод представляет собой единый элемент и является очень легкой и тонкой.

Был проведен анализ возможностей и перспектив использования различных топлив в таких мини ТЭ. При анализе были рассмотрены термодинамические параметры топлив (ΔG^0 реакции окисления, ЭДС и рабочее напряжение единичной ячейки, плотность энергии топлива), физические свойства (t^0 плавления и кипения, летучесть, горючесть), полнота окисления на имеющихся электрокатализаторах, токсические свойства данного реагента. Кроме того, на выбор топлива оказывают важное влияние

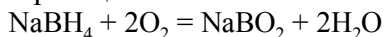
свойства используемых мембран из полимерного электролита (проницаемость по данному реагенту, сложность поддержания водного режима), свойства продуктов реакции окисления, стоимость топлива, наличие его массового производства, и другие.

В настоящее время мини-топливные элементы, использующие в качестве топлива метанол, достаточно хорошо разработаны. К преимуществам использования метанола следует отнести полноту электроокисления на существующих катализаторах, хорошие энергетические характеристики. ΔG^0 реакции окисления метанола в МТЭ = -698,5 кДж/моль, энергоемкость метанола составляет 6,1 кВт*ч/кг. Метанол дешев и производится в массовых количествах. Основная проблема метанольных ТПТЭ – проницаемость мембраны по метанолу. Диффузия метанола к катоду вызывает явление «смешанного потенциала» на воздушном электроде, снижая рабочее напряжение ячейки ТЭ (и, соответственно, мощность и КПД) и ведет к большим потерям топлива. Однако некоторые ведущие мировые компании (Тошиба, Хитачи) заявляют, что решили эту проблему.

Несмотря на значительные успехи в создании метанольных МТЭ, существуют серьезные сомнения в широкомасштабной применимости метанола как топлива. В первую очередь это связано с его токсичностью. В РФ нормы по содержанию паров метанола в воздухе достаточно строги и величина ПДК_{сс} составляет 0,5 мг/м³. В связи с этим существенный интерес представляет поиск альтернативных топливных реагентов.

Возможными альтернативными топливами для мини ТЭ являются жидкие углеводороды (этанол, пропанол, этиленгликоль), а также водный раствор борогидрида натрия. В этом случае в твердополимерном борогидридном топли-

вном элементе происходит следующая суммарная реакция:



При +25°C ΔG реакции = -1296.9 кДж/моль, ЭДС электрохимической ячейки очень высока и составляет 1,64 В. Кроме того, в мини ТЭ может быть использован газообразный водород. В этом случае речь не идет о паровой конверсии углеводородов или баллонах высокого давления. В системах мощностью от 20-30 Вт (например, ноутбуках) могут быть использованы металлгидриды, обратимо накапливающие водород, и системы с получением водорода в результате химической реакции, например, между алюминием или гидридами щелочных металлов и водой. Было показано, что в случае разработки соответствующих катализаторов оптимальным топливом для микро ТЭ мощностью до 5-10 Вт является этанол. Для более мощных систем (30-200 Вт) перспективно использование водорода из химических гидридов и алюминия. В случае автономных зарядных устройств для спецзадач актуальна разработка МТЭ на водном растворе борогидрида натрия и на водороде.

В лабораториях РНЦ «Курчатовский институт» были проведены измерения проницаемости различных мембран из ТПЭ по метанолу и альтернативным реагентам. Разработана установка для измерения проницаемости мембран в рабочих условиях. Показано, что мембраны на основе сульфированных полисульфонов обладают наименьшей проницаемостью по метанолу, однако в настоящее время обладают недостаточной механической прочностью. Предложены методы модификации существующих перфторированных мембран для снижения их проницаемости. Удалось снизить проницаемость мембран типа МФ-4СК по метанолу в 2,5-3 раза. Реализованы рабочие плотности тока до 250 мА/см².

Выводы

Таким образом, исследования, проведенные в РНЦ «Курчатовский институт» совместно с Московским Государственным университетом инженерной экологии показывают, что в МТЭ целесообразно использование этанола, водорода из химических гидридов и водного раствора борогидрида натрия в качестве топлива. Для решения проблемы проницаемости полимерных мембран по топливным реагентам возможно использование перфторированных мембран (например, на основе полисульфонов). Перспективным также выглядит модификация мембран путем введения добавок неорганических протонпроводящих электролитов (гетерополикислот). В качестве электрокатализаторов перспективны композиционные системы на основе металлов платиновой группы и оксидов (спирты), а также бифункциональные катализаторы (борогидрид натрия).

Литература

1. Tuber K., Zobel M., Schmidt H., Hebling C. A polymer electrolyte membrane fuel cell system for powering portable computers. J. of Power Sources. 2003; No 122. P. 1-8.
2. Lamy C., Belgsir E.M., Leger J-M. Electrocatalytic oxidation of aliphatic alcohols: Application to the direct alcohol fuel cell (DAFC). J. of Applied Electrochemistry. 2001. No 31, P. 799-809.
3. Hirschenhofer J.H., Stauffer D.B., Engleman R.R., Klett M.G. Fuel cells: a handbook, 5th edition. Springfield.: Parsons Inc., Eg&G Services, 2000.