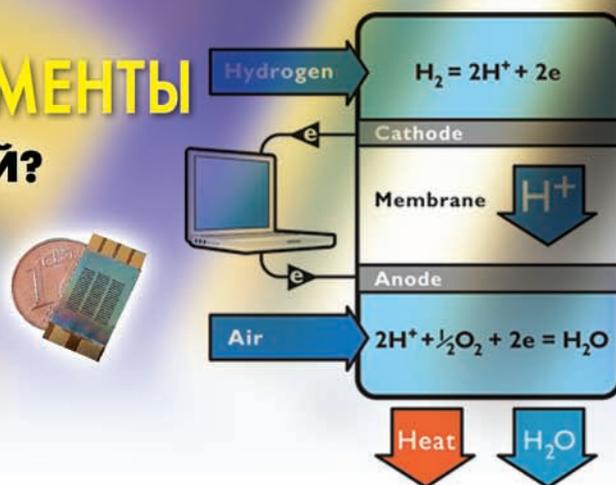


ТОПЛИВНЫЕ МИКРОЭЛЕМЕНТЫ ВОЗМОЖНА ЛИ ЗАМЕНА БАТАРЕЙ?

Ни одна современная электронная "игрушка" – сотовый телефон, цифровая камера, MP3-плеер, карманный компьютер, ноутбук – не может обойтись без батареи для питания электронных схем. Но характеристики современных батарей приближаются к предельно возможным значениям и вполне вероятно, что вскоре эти элементы питания, несмотря на усилия производителей по совершенствованию их характеристик и уменьшению габаритов, уже не смогут удовлетворять требованиям следующего поколения "вечно голодных" малогабаритных устройств. А вместе с тем известно, что по удельной энергии, в пересчете на массу, топливные элементы превосходят современные батареи. Правда, пока стоимость и габариты блоков питания на их основе велики. Поэтому сегодня все больше внимания уделяется созданию топливных микроэлементов, которые смогут предоставить малогабаритным устройствам "зеленое" питание по более низкой стоимости, чем батареи. И основная задача разработчиков таких элементов питания – выбор наиболее приемлемой для портативных устройств технологии и конфигурации топливного элемента.

Топливным элементам, идея создания которых была предложена еще в середине XIX века, предсказали блестящее будущее уже в начале XX века. Но отсутствие необходимых технологий и материалов отложили реализацию этих предсказаний на сто лет, хотя с 60-х годов прошлого столетия в НАСА начали использовать щелочные топливные элементы для питания космических систем, а сегодня освоены серийный выпуск топливных элементов для электростанций мощностью до 200 кВт. Но только сейчас рост стоимости электроэнергии и все усиливающиеся требования к защите окружающей среды, а также разработка новых материалов и технологий стимулировали исследования и коммерческое развитие новых топливных микроэлементов.

Топливный элемент вырабатывает электрическую энергию, как и обычные батареи, в процессе реакции окисления/восстановления, но, в отличие от батарей, эти реакции протекают не на электродах, а в так называемом топливе. При использовании



М.Гольцова

в качестве топлива водорода такие элементы практически не загрязняют окружающую среду. Одна из наиболее распространенных структур топливного элемента – структура на основе протонной обменной мембраны (Proton Exchange Membrane – PEM). Микроэлемент с такой структурой состоит из анода, катода и расположенной между ними мембраны с нанесенными с двух ее сторон слоями катализатора (рис. 1). Анод (отрицательный электрод), как правило, опущен в топливо (в качестве которого обычно используется водород), тогда как катод (положительный электрод) обеспечивает доступ окислителя (большая часть атмосферного кислорода) в элемент. В аноде и катоде вытравлены канавки, обеспечивающие равномерное распределение водорода и кислорода по поверхности мембраны. Мембрана выполнена из специально обработанного материала, который проводит положительно заряженные ионы и не пропускает электроны. Катализатор, как правило, представляет собой тонкий слой платинового порошка, нанесенный на копировальную бумагу или ткань и обращенный к мембране. При вводе в анод микроэлемента топливо вступает в реакцию с водой с выделением протонов, электронов и углекислого газа. Электроны через анод и внешнюю схему протекают к катоду, где рекомбинируют с протонами, поступившими через мембрану, и кислородом. В результате у катализатора со стороны катода выделяются пары воды и тепло. Поскольку реакции окисления/восстановления протекают у катализаторов, они не влияют на состояние электродов.

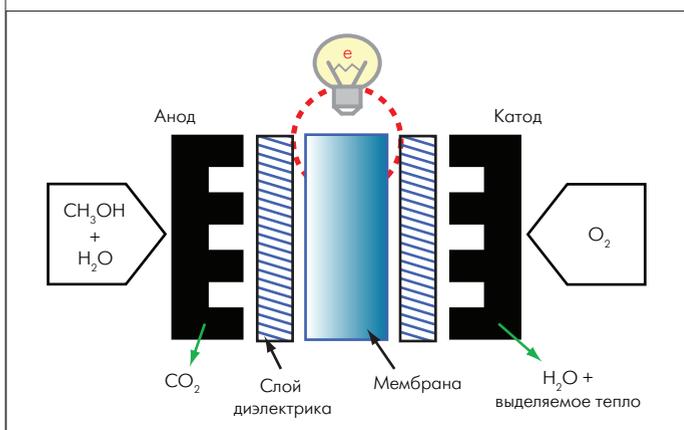


Рис. 1. Структура метаноловой топливной ячейки



Хотя водород отличное топливо, он не годится для портативных микроэлементов, поскольку требует применения больших резервуаров для хранения. Поэтому для топливных микроэлементов используют углеводородные соединения, легко разлагаемые на требуемый для функционирования источника питания водород.

Сила тока топливного элемента зависит от используемого химического реагента и площади мембраны. Помимо высокой плотности выделяемой энергии и экологической чистоты, к достоинствам топливных элементов относится и простота заправки топливом путем заполнения их резервуара или замены картриджа. Длительность работы топливного элемента зависит от характера протекающей химической реакции и количества топлива, подаваемого в элемент.

В настоящее время существуют следующие основные типы топливных элементов, классифицируемых по виду используемого топлива.

Борогидридные топливные элементы используют в качестве топлива борогидрид натрия. Отличаются высоким уровнем выделяемой энергии. Но выделить эту энергию непросто, поскольку непосредственное окисление борогидрида натрия не дает желаемых результатов. Для решения этой проблемы ученые Университета шт. Нью-Йорк совместно со специалистами Мирового совета по золоту предложили использовать в качестве катализатора золото как материал, обладающий высокой избирательностью к реакции окисления борогидридов и обеспечивающий стабильное и эффективное выделение энергии.

К недостаткам борогидридных элементов относится также необходимость применения микронасоса и точного контроля подачи гидрида в элемент. Но ряд компаний и исследовательских институтов нашли решение этих проблем. Так, компания Materials and Energy Research Institute Tokyo (Merit) планировала в начале 2006 года выпустить для ноутбуков топливный элемент на основе борогидрида натрия, реализованный по технологии непосредственного выделения водорода. Борогидрид, растворенный в щелочном растворе с концентрацией 10%, может храниться в картридже, подобном картриджу принтера. При объеме картриджа 10–20 мл раствор обеспечивает работу батареи в течение 3–4 ч. Элемент размером 79x81x2,5 мм способен вырабатывать энергию в 20 Вт. При сборке комплекта, состоящего из пяти элементов, энергия источника питания может достигать 100 Вт.

Метаноловые топливные элементы с непосредственным выделением водорода (Direct Methanol Fuel Cells – DMFC), в которых в качестве топлива используется раствор метанола в воде, а в качестве электролита – полимерная мембрана, являются наиболее популярными. Метанол подается на анод, и платиновый катализатор способствует непосредственному выделению водорода из метанола без применения системы реформинга. Метанол легче воды, поэтому батарейки на его основе весят намного меньше современных ионно-литиевых источников питания, что очень важно для портативной электроники. Эффективность их составляет 35–40%. А главное, DMFC-элементы способны работать в два-десять раз дольше привычных аккумуляторов. Кроме того, метанол недорог: галлон (3,875 л) метанола, который может питать сотовый телефон в течение примерно 10 лет, стоит всего 10 долл.

Существуют два типа DMFC-источников питания: традиционные активные системы, в которых для подачи топлива в элемент требуется насос, и пассивные системы, в которых реагенты поступают к мембране за счет градиента концентрации. Рециркуляция топлива в пассивном элементе не требует применения специальных насосов и трубопроводов.

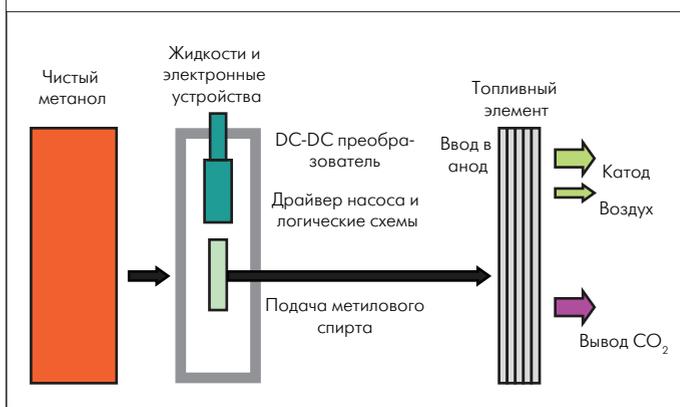


Рис.2. Структура DMFC-элемента Mobion

Пассивная конструкция содержит меньше компонентов, поэтому более миниатюрна и лучше подходит для применения в ПК и сотовых телефонах. Некоторые компоненты DMFC-батареи сами потребляют энергию, и уменьшение числа таких компонентов приводит к увеличению продолжительности работы топливного элемента. Кроме того, при меньшем числе компонентов можно увеличить объем емкости для хранения метанола. А один кубический сантиметр полезного пространства, сэкономленный для топлива, на 2–3 ч продлевает время работы автономного устройства мощностью 0,5 Вт. Имея DMFC-блок питания с одной-двумя запасными топливными емкостями, пользователь забудет о зарядном устройстве.

Основные производители DMFC-источников питания – компании Toshiba, Hitachi, Fujitsu, NEC, MTI Microfel Cells, Neah Power Systems и Smart Fuel Cell. В сентябре 2005 года компания Toshiba объявила о создании двух опытных DMFC-источников с выходной мощностью 100 и 300 мВт и рекордно малыми размерами – 23x75x10 мм и 60x75x10 мм, соответственно. Источники предназначены для применения в цифровых плеерах на основе флэш-памяти (100-мВт элемент) и на жестких дисках (300-мВт), соответственно. Емкость картриджа с концентрированным метанолом для источника меньшей мощности составляет 3,5 мл, большей мощности – 10 мл, что обеспечивает работу плеера в течение 35 и 60 ч, соответственно. Масса источников 78,5 и 270 г.

Источники питания на основе новых топливных элементов соответствуют разрабатываемым МЭК стандартам на безопасность электронных и электротехнических систем. Сейчас усилия компании направлены на совершенствование промышленной технологии, с тем чтобы освоить выпуск топливных элементов для коммерческих изделий, которые появятся на рынке в 2007 году.

Интерес представляет разработанный и запатентованный специалистами компании MTI Microfel Cells источник питания на топливном элементе Mobion, обеспечивающий регулировку подачи метанола и равномерное его распределение (рис.2). Необходимый поток воды от катода к аноду обеспечивается запатентованным методом накачки, не требующим сложных схем рециркуляции или микротрубок, используемых в других источниках. В конце 2005 года компания сообщила о поставке Управлению специальных операций США (Special Operations Command – SOCOM) пяти опытных образцов топливных микроэлементов для источников питания датчиков. По своему конструктиву эти источники питания подобны наиболее часто используемым в системах военного назначения батареям BA5590, но по уровню вырабатываемой мощности (более 380 Вт·ч) превосходят эти батареи в два раза. Кроме того, МТИ поставила

SOCOM для оценки опытный образец источника питания радиостанции Falcon II со средней мощностью 15 Вт и пиковой мощностью 150 Вт. Топливный источник питания сможет непосредственно заменить батарейный блок питания, что позволит использовать его как в новых, так и в уже существующих системах.

В начале 2004 года ведущие японские компании NEC, Toshiba, Hitachi, Canon, Sano Electric, Sharp, Sony и другие сообщили о создании альянса с целью унификации технических стандартов на топливные элементы, используемые в сотовых телефонах, ноутбуках, плеерах и других мобильных устройствах. Основная задача альянса – выработка единых для всех приложений требований к топливным источникам питания, обеспечивающих их применение в любых мобильных системах.

Топливные элементы с преобразованием водорода (RHFC) работают на водороде, выделенном из метанола в расположенном на плате миниатюрном химическом реакторе. В этой технологии используется процессор управления подачей топлива. Рабочая температура элемента – 150°C. Основные разработчики – Motorola и Casio Computer.

Топливные элементы на основе муравьиной кислоты подают муравьиную кислоту в анод и кислород в катод. Работы по коммерциализации этой технологии проводит компания Tekion при финансовой поддержке Motorola. Плотность мощности разработанных Tekion топливных элементов марки Formira Fuel Cell значительно выше, чем у источников типа DMFC. Кроме того, они работают при более низких температурах и используют более дешевые катализаторы.

Биотопливные элементы (BFC) предназначены в первую очередь для питания имплантируемых медицинских приборов

(кардиостимуляторов, генераторов инсулина и т.п.). Элементы этого типа извлекают топливо из живого организма. Для преобразования химической энергии в электрическую используются биокатализаторы. Основой для процессов окисления служат такие органические вещества, как метанол, органические кислоты, глюкоза. Так, топливный элемент, разработанный специалистами Университета Тохаку (Япония), работает за счет отрыва электронов от молекул глюкозы крови с помощью вещества, синтезированного на базе витамина K2, присутствующего в организме человека. Опытный образец биотопливного элемента, генерирующий энергию в 0,2 мВт (что достаточно для работы глюкометра), по размерам сравним с небольшой монетой. Разработку таких устройств ведут компании Akermin и PowerZyme.

Активизация деятельности разработчиков топливных микроэлементов позволила компании Frost & Sullivan прогнозировать выпуск к 2008 году 4 млн. мобильных телефонов с такими источниками питания. Наиболее высокие среднегодовые темпы прироста продаж (25,4%) будут иметь элементы с водородным топливом. Объем отгрузок таких микроэлементов в 2010 году составит 125,2 млн. долл. Этому будет способствовать принятие регулятивных норм и правил техники безопасности. Сейчас разработку норм и стандартов техники безопасности применения топливных элементов ведут Канадское агентство по стандартизации, компания Underwaters Laboratories, МЭК, Комитет экспертов по транспортировке опасных веществ (США) и Международная организация гражданской авиации. В конце концов, все закончится тем, что топливные элементы не только заменят батареи в мобильных системах, но смогут питать электронные системы автомобиля, а, возможно, обеспечат и энергию, необходимую для дома. ○