

## БАТАРЕИ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ КАКИЕ ВЫБИРАТЬ?



В.Майская

Батареи – источники жизненной энергии беспроводных систем, придающие им "силу", необходимую для сбора, хранения и передачи данных. Правильный выбор батареи крайне важен, особенно для дистанционных беспроводных датчиков и передающих устройств, рассчитанных на длительное применение в экстремальных условиях, когда замена батареи затруднена, невозможна или дорога. На рынке представлено множество конкурирующих видов батарей, выполненных на основе разнообразных соединений, поэтому верный выбор необходимого источника питания сделать непросто. К тому же порой трудно сразу отличить батарею высокого качества от недоброкачественной ее имитации. Чтобы убедиться в том, что выбранный тип батарей позволит получить оптимальное решение с точки зрения управления питанием, нужно основательно разобраться в их возможностях и провести их комплексную оценку.

### ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ

Выбор батареи зачастую зависит от требований специализированной аппаратуры. Так, щелочные элементы пригодны для применения в устройствах со сроком службы в несколько месяцев, работающих при средних значениях температуры и допускающих простую замену батареи. Но их не целесообразно применять в устройствах, которые должны длительно работать при экстремальных температурах. В редких случаях можно использовать альтернативные нетрадиционные источники питания, извлекающие энергию из тепла, колебаний или солнца. Правда, пока эти источники недостаточно хорошо изучены, к тому же такие их недостатки, как большие габариты, высокая стоимость и малая надежность, часто вынуждают применять дублирующие батареи, что сводит на нет пользу от их применения. К тому же, они не обеспечивают пиковую мощность, требуемую при работе в протоколах стандартов ZigBee, WLAN и GSM/GPRS. Выбор оптимального решения для управления питанием должно начинаться с тщательной оценки требуемой энергии питания и рабочих параметров сис-

темы, в которой должна применяться батарея. И на основании такой оценки уже можно сравнить желаемые характеристики батареи – напряжение, емкость, габариты, массу и/или специальные требования к корпусу, ожидаемый срок службы, рабочую температуру и/или условия окружающей среды и, наконец, стоимость. Могут учитываться и такие требования, как возможность получения больших импульсов тока или тока разряда.

### ЛИТИЕВЫЕ БАТАРЕИ – ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫЙ ТИП ДЛЯ СИСТЕМ С ДЛИТЕЛЬНЫМ СРОКОМ СЛУЖБЫ

У непerezаряжаемых литиевых батарей нет такой медийной "шумихи", как у перезаряжаемых. Но, тем не менее, они весьма перспективны для таких развивающихся направлений, как средства "умных электросетей", автоматические устройства считывания показаний электросчетчиков, сотовые системы, регистраторы данных систем управления и сбора данных (SCADA), измерительные устройства, применяемые при бурении и океанографических исследованиях, а также для оборудования безопасности и средств оказания помощи при чрезвычайных ситуациях. По оценкам компании Frost & Sullivan, рынок непerezаряжаемых литиевых батарей за период с 2007 по 2012 год увеличится с 1,1 млрд. до 1,77 млрд. долл.

Особенно перспективны литиевые батареи для удаленных беспроводных датчиков, что объясняется огромным электрохимическим потенциалом лития, благодаря которому он – один из самых активных металлов. В результате на основе лития можно создавать батареи и аккумуляторы с очень высокой плотностью энергии и при этом с минимальными размерами и массой. К тому же все литиевые элементы являются безводными, что позволяет применять их при низких температурах – до  $-60^{\circ}\text{C}$ . Некоторые литиевые батареи специального химического состава способны выдерживать температуру  $-80^{\circ}\text{C}$ .

Применение литиевых элементов в разнообразных системах обуславливают следующие их характеристики:

- высокая вырабатываемая удельная энергия: 400 Вт·ч/кг;



- более высокое напряжение (2,7–3,6 В), чем у источников питания других электрохимических систем;
- очень низкий уровень саморазряда (~1%/год), а значит – длительный срок хранения (5–10 лет) и отсутствие необходимости периодической перезарядки. Для сравнения срок хранения щелочных батарей не превышает пяти лет при строгом соблюдении условий хранения;
- широкий диапазон рабочих температур (-60...150°C);
- возможность различных конструктивных исполнений (таблеточное, цилиндрическое, призматическое, чрезвычайно малой толщины).

Семейство непerezаряжаемых литиевых батарей достаточно разнообразно. В него входят источники различных химических составов, с разными значениями выходного напряжения, электрической емкости, диапазона рабочих температур, срока хранения и т.п. Для беспроводных систем основной интерес представляют батареи систем литий-фторурелерод (Li/CFx), литий-диоксид марганца (Li/MnO<sub>2</sub>) и литий-тионилхлорид (Li/SOCl<sub>2</sub>). Батареи каждого состава имеют свои достоинства и недостатки, что и необходимо учитывать для получения оптимального решения.

Лучше всего для применений, не требующих длительного срока службы или работы при экстремальных температурах, подходят Li/MnO<sub>2</sub> и Li/CFx батареи. Батареи на основе системы Li/MnO<sub>2</sub> – первые литиевые химические источники энергии, выпускаемые серийно с 1975 года. Они представляют собой наиболее изученный и технологически отработанный тип литиевых батарей и из всей группы – самые доступные по цене. Кроме самой низкой стоимости, Li/MnO<sub>2</sub> батареи характеризуются высокими значениями напряжения и удельной плотности энергии, широким диапазоном рабочих температур, длительным сроком хранения. Выпускаются они в таблеточном, цилиндрическом (спирального или бобинного типа) и призматическом исполнении (последний вид включает сверхтонкие батареи). Батареи бобинного типа используются для резервного питания энергозависимой памяти компьютерных систем, в часах реального времени, маломощных электронных приборах, устройствах считывания показаний электросчетчиков; спиральные батареи – в беспроводном связанном оборудовании, дистанционных датчиках, метеорологических системах и т.п.

Батареи системы Li/CFx характеризуются высоким рабочим напряжением (~2,8 В), достаточно большими значениями емкости (до 5 А·ч) и плотности энергии при низких и средних значениях тока, относительно широким диапазоном рабочих температур (-40...85°C, в отдельных случаях до 125°C) и меньшей, чем у других типов непerezаряжаемых батарей, скоростью саморазряда (потерю емкости в течение года хранения при комнатной температуре прак-

тически нельзя оценить, при хранении при температуре 90°C она составляет ~2% в год).

Li/CFx батареи таблеточного типа используются в маломощных беспроводных системах как резервные источники питания памяти; высокотемпературные батареи таблеточного типа – в электронных системах автомобилей, транспондерах платных магистральных дорог, средствах радиочастотной идентификации (RFID). Цилиндрические Li/CFx батареи применяют в устройствах считывания показаний электросчетчиков, средствах тревожной сигнализации, электронных замках, электронной измерительной аппаратуре. Поскольку катод цилиндрических батарей этого типа спиральный, а уплотнители из эластомера гофрированы, в экстремальных условиях такое уплотнение может быть повреждено до повреждения корпуса, что приведет к утечке достаточно активных компонентов элемента. Призматические батареи используются в биомедицинском и космическом оборудовании. При этом значение емкости таких батарей может достигать 40 А·ч.

Но когда требуется чрезвычайно длительный срок службы батарей малых габаритов и массы и возможность эксплуатации в расширенном диапазоне температур, выбор однозначен – Li/SOCl<sub>2</sub> батареи. Это обусловлено в первую очередь самой высокой для непerezаряжаемых батарей удельной энергией. Так, этот параметр элемента бобинного типа AA-размера составляет 475 Вт·ч/кг. Плотность энергии батарей такого типа достигает 1000 Вт·ч/л. Li/SOCl<sub>2</sub> батареи характеризуются самым высоким выходным напряжением (3,6 В, до 3,9 В при использовании специальных добавок бромхлорида), самой большой электрической емкостью, очень малыми токами саморазряда и средним типовым током разряда. Литий-тионилхлоридные батареи могут работать при низких температурах до -80°C (при использовании специального электролита). С другой стороны, лидеры мирового рынка батарей гарантируют устойчивую работу своих элементов и при повышенной температуре (до 150°C). А отделение Electrochem компании Greatbatch (США) выпускает серию VHT200 элементов питания литий-тионилхлоридной системы, работающих при рекордном значении температуры – 200°C.

Следует учесть существенное различие характеристик Li/SOCl<sub>2</sub> батарей спирального и бобинного типа. В батареях обоих типов используется безводный электролит, и полное сопротивление ячейки достаточно высокое. В батареях спиральной конструкции это сопротивление уменьшается за счет увеличения площади поверхности между анодом и катодом. Но это приводит к ухудшению характеристик батареи, в том числе к уменьшению плотности энергии (вследствие увеличения содержания неактивного материала в ячейке) и сокращению срока службы (поскольку увеличение площади поверхности ведет к увеличе-

**Характеристики основных типов литиевых батарей, применяемых в беспроводных системах**

Параметр	Li/SOCl <sub>2</sub> бобинного типа	Li/SOCl <sub>2</sub> спиральные	Li/SOCl <sub>2</sub> с гибридным конденсатором	Li/CFx	Li/MnO <sub>2</sub>
Среднее напряжение, В	3,6	3–3,6	3,6–3,9	2,6–2,8	2,8–3,0
Удельная энергия, Вт·ч/кг	450–600	200–450	–	150–300	200–250 (малогабаритные) 530–600 (крупногабаритные)
Плотность удельной энергии, Вт·ч/л	700–1100	400–850	–	400–650	580–635 (малогабаритные) 900–1050 (крупногабаритные)
Плотность мощности	Низкая	Высокая	Высокая	Низкая	Средняя
Диапазон рабочих температур, °С	-55...150	-55...85	-55...85	-40...85	-40...125
Рабочие характеристики при повышенных температурах	Удовлетворительные	Средние	Отличные	Средние	Удовлетворительные
Рабочие характеристики при низких температурах	Удовлетворительные	Отличные	Отличные		Плохие
Срок хранения	10–15			15	10
Скорость саморазряда (при комнатной температуре)	Очень низкая	Средняя	Очень низкая	Средняя	Средняя

нию скорости саморазряда). В результате плотность энергии спиральных Li/SOCl<sub>2</sub> батарей составляет 800 Вт·ч/л, диапазон рабочих температур – -55...85°С, а максимальный срок службы – ~10 лет.

Напротив, плотность энергии Li/SOCl<sub>2</sub> батарей бобинного типа составляет 1420 Вт·ч/л, они могут работать в диапазоне температур -55...150°С, а срок службы благодаря малому саморазряду (менее 1% в год) достигает 20 лет. Правда, реальный срок службы батарей литий-тионилхлоридной системы зависит от химической композиции электролита, процесса изготовления, а также от механических факторов и условий окружающей среды. Кроме того, на рабочие характеристики и саморазряд батарей могут влиять уровень примесей, вносимых электролитом, и импеданс, образуемый сопротивлением электролита, анода и катода. Путем добавления специальных компонентов в электролит можно регулировать его сопротивление.

Сейчас появляется все больше систем, требующих от источника питания больших импульсов тока. Как правило, такие системы в основном работают при малом токе (или совсем не потребляют ток) в сочетании с большими (до нескольких ампер) импульсами тока. Чтобы срок службы батарейных источников питания этих систем был достаточно длительным, их необходимо проектировать с особой тщательностью. Таким образом, эти системы зачастую работают в различных режимах: в режиме ожидания, когда потребляемая мощность минимальна или равна нулю,

а потребляемый ток составляет несколько сотен миллиампер, и в режиме, когда система работает при больших импульсах тока до перехода в режим ожидания.

Спиральные литий-тионилхлоридные батареи способны обеспечивать плотность энергии, требуемую для систем, которые работают при больших импульсах тока. Но их емкость не достаточно высока, тогда как скорость саморазряда относительно велика, что ограничивает их срок службы. Емкость и плотность энергии Li/SOCl<sub>2</sub> батарей бобинного типа с точки зрения применения в импульсных источниках питания достаточно высокие, но они не могут обеспечивать большие импульсы тока из-за малой скорости разряда. Для решения этой проблемы специалисты компании Tadiran Batteries предложили технологию PulsesPulse, которая объединила неперезаряжаемую батарею бобинного типа с запатентованным конденсатором на основе гибридного слоя (Hybrid Layer Capacitor, HLC), представляющего собой подобный батарее конденсатор, электроды которого выполнены из чередующихся слоев различных соединений лития. Псевдоемкость конденсатора стандартного АА-размера составляет 785 Ф, напряжение – 3,6–3,9 В. Характеристики и надежность конденсаторов HLC-типа оптимизированы с тем, чтобы они соответствовали этим показателям литиевых батарей компании. В результате удалось получить максимальные значения плотности энергии и мощности, обеспечивающие автономную работу PulsesPulse батарей в течение более 10 лет. Батареи справляются с обычными нагруз-



ками, не требующих большими импульсных токов, тогда как параллельный конденсатор "вступает в силу", когда время от времени требуются импульсы амплитудой до 15 А. Скорость накопления энергии небольших конденсаторов типа HLC составляет 280 А/с, конденсаторов большого размера – 1120 А/с. В конденсаторах предусмотрена индикация потери 90–95% накопленной энергии. Компания Tadiran выпускает также варианты PulsesPulse батарей, вырабатывающих требуемые для работы военной и медицинской аппаратуры большие импульсы малой длительности при длительном нерабочем цикле.

У литий-тионолхлоридных батарей большой проверенный "послужной список" применения в дистанционных беспроводных системах. В частности, они многие годы используются для питания электронных карт E-ZPass, применяемых в США при оплате проезда по многим платным автомобильным дорогам, мостам и туннелям. В 1984 году компания Aclara (тогда называвшаяся Hexagram) выпустила первое автоматическое устройство считывания показаний счетчиков, для питания которого использовалась Li/SOCl<sub>2</sub> батарея AA-размера. С тех пор продано более 3 млн. таких

устройств и первые из них уже 25 лет продолжают работать с первыми источниками питания.

Основные характеристики рассматриваемых типов батарей приведены в таблице.

При выборе батареи для разрабатываемой беспроводной системы необходимо учитывать не только емкость элемента, влияющую на реальный срок службы батареи. Большое значение имеют саморазряд батареи и падение напряжения, приводящее к увеличению полного внутреннего сопротивления батареи на протяжении всего срока ее работы. Наибольший срок службы у батареи с самой большой емкостью и наименьшими значениями саморазряда и полного сопротивления. Сегодня, когда рынок изобилует подделками, при выборе батареи необходимо очень тщательно оценивать качество и подлинность изделия, прослеживая его производство, начиная с используемых исходных материалов. Желательно, чтобы предполагаемый поставщик батарей предоставлял полностью документированный и проверенный перечень результатов испытаний таких параметров, как пульсация мощности, характеристики при пониженной температуре, разряд и воспроизводимость характеристик.



### Компания Toshiba представляет инновационные 1,8"

#### жесткие диски повышенной емкости

Европейское подразделение устройств хранения данных компании Toshiba – мировой лидер в области производства высокоскоростных жестких дисков малого формфактора – выпустило четыре новых модели 1,8" жестких дисков, предназначенных для хранения большого объема данных и применения в портативных устройствах следующего поколения. В серию MKxx34GAL входят жесткие диски, малая масса которых делает их прекрасным решением для MP3-плееров и персональных медиапроигрывателей. Благодаря низкому уровню энергопотребления (до 1,9 мВт/Гбайт) эти 1,8" диски идеально подходят для применения в аудиоустройствах. Плотность записи модели емкостью 160 Гбайт достигает 467 Гбайт/кв. дюйм (это больше, чем могут обеспечить другие доступные на рынке 1,8" накопители), что позволяет хранить до 80 000 песен в формате MP3 или 141-ч видео DVD-качества. Число хранимых файлов зависит от их размера и формата, установочных параметров, операционной системы, программного обеспечения устройства и т.п.

Поскольку спрос на мобильные бытовые устройства хранения постоянно растет, производителям требуются компоненты, отвечающие современным требованиям. Модели серии MKxx34GAL отличаются оптимальными значениями коэффициента шума (14 дБ в режиме ожидания и 15 дБ в рабочем режиме) и поэтому как нельзя

лучше подходят для производителей бытовой электроники, стремящихся обеспечить идеальное качество звучания и тем самым сохранить свое конкурентное преимущество.

В новую серию 1,8" жестких дисков входят модели MK1634GAL, MK1234GAL, MK8034GAL и MK6034GAL, максимальная масса которых составляет всего 48 г, а емкость – 160, 120, 80 и 60 Гбайт соответственно. Накопители нового модельного ряда компании Toshiba благодаря высоким значениям производительности системы и плотности записи позволяют быстро и эффективно передавать данные и медиафайлы.

Исключение из производства или сокращение числа некоторых используемых токсичных и опасных химических веществ, таких как галогены, позволило снизить степень воздействия выпускаемых изделий на окружающую среду, поэтому все жесткие диски новой серии соответствуют требованиям RoHS.

Выпуск жестких дисков емкостью до 160 Гбайт отражает стремление компании Toshiba удовлетворить потребности постоянно развивающегося рынка мобильных бытовых аудио- и видеоустройств в компактных жестких дисках малого формфактора с высокой емкостью.

[www.storage.toshiba.eu](http://www.storage.toshiba.eu)

[email: sddmarketing@toshiba-teg.com](mailto:sddmarketing@toshiba-teg.com)