Батареи и аккумуляторы компании EEMB. Год 2010

ЕВГЕНИЙ ЗВОНАРЕВ, инженер-консультант, ЗАО «Компэл»

Внедрение энергосберегающих технологий, систем и устройств с малым потреблением электрической энергии, портативных и переносных приборов с батарейным питанием стимулируют интерес разработчиков к аккумуляторам и батареям с заданными емкостью, разрядным током и сроком службы. Предлагаемый читателю материал содержит краткий обзор батарей и аккумуляторов компании EEMB и рекомендации по активации литиево-тионилхлоридных батарей.

КОМПАНИЯ EEMB И ЕЕ ПРОДУКЦИЯ

EEMB — эффективная и гибкая компания, специализирующаяся в производстве первичных химических источников тока (ХИТ) — литиевых и алкалиновых батарей, а также вторичных ХИТ — никелевых и литиевых аккумуляторов. Батареями будем называть первичные (без возможности заряда) ХИТ, аккумуляторами — вторичные (перезаряжаемые) ХИТ.

Продукция компании экспортируется по всему миру и хорошо зарекомендовала себя как в быту, так и в промышленности. Фирма EEMB имеет офисы в США, Китае и Гонконге. В производстве занято около 1600 человек. Выпуск продукции осуществляется под непрерывным и тщательным контролем качества. Продукция одобрена международными сертификатами и сертифицирована по стандартам ISO 9001.

Благодаря постоянному обучению персонала, дизайну продукции, высококачественным материалам, строгому соблюдению технологии, постоянному контролю качества в производственных процессах, модернизации оборудования и управления гарантируется высокое качество продукции и сервиса.

К наиболее востребованным среди наших разработчиков относятся химические источники тока следующих электрохимических систем (системы обычно называют по материалам электродов):

– батареи системы литий-тионилхлорид (Li-$SOCL_2$) серии ER;

– батареи системы литий-диоксид марганца (Li-MnO_2) серии CR;

– аккумуляторы никель-металлгидридные (Ni-MH) серии NH;

– аккумуляторы литиево-ионные (Li-Ion) серии LIR;

– аккумуляторы литиево-полимерные (Li-Polymer) серии LP.

ПЕРВИЧНЫЕ ЛИТИЕВО-ТИОНИЛХЛОРИДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

Номинальное напряжение первичных литиево-тионилхлоридных источников тока составляет 3,6 В. Максимальное значение емкости составляет 36 А·ч в стандартном корпусе DD. Элементы системы Li/$SOCl_2$ имеют наилучшие характеристики по плотности энергии на единицу объема среди литиевых первичных источников тока.

Основные параметры наиболее популярных батарей системы литий-тионилхлорид (Li-$SOCL_2$) серии ER приведены в таблице 1.

При выборе батареи необходимо учитывать допустимые токи и режимы разряда. В большинстве случаев допустимый импульсный ток примерно в два раза больше, чем при постоянном токе. Диапазон рабочих температур литиевых батарей серии ER: –55…85°C. Эти батареи допускают длительное хранение (более 10 лет). При этом уменьшение емкости составляет не более 1% в год. Для увеличения срока службы производитель рекомендует использовать батареи этой серии при низких токах разряда. Следует помнить, что при низкой температуре (порядка –50°C) элементы отдают емкость в несколько раз меньше номинальной. Высокотемпературная серия первичных литиево-тионилхлоридных батарей EEMB имеет диапазон рабочих температур –20…150°C.

БАТАРЕИ ТАБЛЕТОЧНОГО ТИПА НА ОСНОВЕ ЛИТИЙ-ДИОКСИД МАРГАНЦА

Номинальное напряжение этих батарей составляет 3,0 В. Они также имеют длительный срок хранения

Таблица 1. ***Параметры популярных батарей серии ER*** *(литий/тионилхлорид = Li-$SOCL_2$)*

	Наименование	Корпус	Uном., В	Номин. емкость, мА·ч	Ток разряда, мА, стандарт.	Ток разряда макс., мА		Диаметр, мм	Высота, мм	Вес, г
						Постоянный	Импульсный			
	ER14250	1/2AA	3,6	1200	0,5	40	80	14,5	25,2	11,0
	ER14335	2/3AA		1650	1,3	75	150		33,5	13,0
	ER14505	AA		2400	2,0	100	200		50,5	22,0
	ER18505	–		4000		120		18,8		30,0
	ER341245	DD		36000		450	1000	34,0	124,5	200,0
	ER14250M	1/2AA		750	4,0	120	250	14,5	25,2	10,0
	ER14505M	AA		1800	10,0	500	1000		50,5	22,0
	ER26500M	C		6500		1000	2000	26,2	50,0	53,0
	ER34615M	D		14000		2000	3000	34,0	61,5	118,0
	ER2450	–		500	0,5 1,0	4	10	24,5	5,0	10,0
	ER34070	1/10D		1000		10	20	32,9	7,0	17,0
	ER34100	1/6D		1700		15			10,0	22,0

(5—10 лет). Потеря номинальной емкости составляет менее 2% в год при комнатной температуре хранения. Диапазон рабочих температур батарей серии CR: –20…60°C.

Основные параметры наиболее востребованных литиевых батарей таблеточного (кнопочного) типа серии CR на основе литий-диоксид марганца приведены в таблице 2.

Цилиндрические и кнопочные литиевые батареи выпускаются в габаритах элементов традиционных электрохимических систем. Учитывая это, необходимо быть очень внимательным, чтобы не допустить случайных замен элементов с рабочим напряжением 1,5 В на литиевые с напряжением 3,0 или 3,6 В, что может привести к выводу из строя питаемого прибора.

НИКЕЛЕВО-МЕТАЛЛГИДРИДНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Наибольшей популярностью пользуются никелево-металлгидридные (Ni-MH) аккумуляторы в стандартных корпусах AA и AAA. Максимальная емкость для корпуса AA составляет 2500 мА·ч, для корпуса AAA — 850 мА·ч. Рабочий диапазон температур: –10…50°C. Производитель гарантирует минимум 500 циклов «заряд/разряд» для этих аккумуляторов. Кроме приведенных в таблице 3, компания EEMB выпускает Ni-MH аккумуляторы в корпусах C, D и F. Максимальная емкость для корпуса F составляет 13 А·ч при весе аккумулятора около 220 г. Увеличение емкости на 40% и более по сравнению с никелево-кадмиевыми (Ni-Cd) аккумуляторами, практически полное отсутствие «эффекта памяти» и экологическая безопасность (отсутствие кадмия) дают дополнительные преимущества при замене Ni-Cd аккумуляторов на никелево-металлгидридные.

Основные параметры никелево-металлгидридных аккумуляторов EEMB сведены в таблицу 3.

Области применения Ni-MH и Ni-Cd аккумуляторов очень близки. Благодаря низкой стоимости Ni-MH аккумуляторы используются в радиотелефонах, фонарях, радиостанциях, радиоприемниках, диктофонах, калькуляторах, электрических бритвах, слуховых аппаратах, электрических игрушках и многих других портативных приборах.

ЛИТИЕВО-ИОННЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ СЕРИИ LIR

Наиболее часто в современных мобильных устройствах (ноутбуки, мобильные телефоны, КПК и другие) применяют литиево-ионные (Li-Ion) аккумуляторы. Это связано с их преимуществами по объемной плотности энергии в сравнении с никелево-металлгидридными (Ni-MH) и никелево-кадмиевыми (Ni-Cd) аккумуляторами.

Однако следует учитывать, что Ni-Cd аккумуляторы имеют одно важное преимущество — способность обеспечивать более высокие токи разряда и работоспособность при очень низких температурах окружающей среды. Эти свойства не являются первоочередными при питании ноутбуков или сотовых телефонов, но существует достаточно много устройств, потребляющих большие токи, например, электроинструменты, электробритвы и т.д. До сих пор эти устройства работали исключительно от Ni-Cd аккумуляторов. Однако в настоящее время, особенно в связи с ограничением применения кадмия в соответствии с директивой RoHS, резко активизировались исследования по созданию аккумуляторов без кадмия и с большим разрядным током.

В результате поисков наилучшего материала для катода современные Li-Ion аккумуляторы превращаются в целое семейство химических источников тока, заметно различающихся друг от друга как энергоемкостью, так и параметрами режимов заряда/разряда. Это, в свою очередь, требует существенного увеличения интеллектуальности схем контроллеров заряда. В противном случае возможно повреждение (в т.ч. необратимое) как батарей, так и питаемых устройств.

Li-Ion аккумуляторы EEMB серии LIR выпускаются в двух типах корпусов: таблеточный (другое название —

Таблица 2. ***Параметры популярных батарей серии CR*** *(литий-диоксид марганца = Li-MnO_2)*

Наименование	Uном., В	Номин. емкость, мА·ч	Ток разряда, мА, стандарт.	Ток разряда макс., мА		Диаметр, мм	Высота, мм	Вес, г
				Постоянный	Импульсный			
CR1220	3,0	40	0,2	1,0	5	12,5	2,0	0,8
CR1620		70		2,0	10	16,0		1,3
CR2032		210	0,4	3,0	15	20,0	3,2	3,0
CR2330		260	0,5		20	23,0	3,0	4,0
CR2430		270				24,5		4,3
CR2450		550					5,0	6,2
CR2477		850	0,4	2,0	10		7,7	8,4
CR2477T		1000	1,0	5,0	30			9,5

Таблица 3. ***Ni-MH*** *(никелево-металлгидридные)* ***аккумуляторы EEMB в корпусах AA и AAA***

Наименование	Корпус	Uном., В	Номин. емкость, мА·ч	Стандартный заряд		Быстрый заряд		Диаметр, мм	Высота, мм	Вес, г
				Ток, мА	Время , ч	Ток, мА	Время, мин			
NH-AAA700	AAA	1,2	700	70	16	700	75	10,1	43,1	13
NH-AAA800			800	80		400	150			
NH-AAA850			850	85		425			44,2	
NH-AA1800	AA		1800	180		900		14,0	48,5	28
NH-AA2000			2000	200		1000		14,2	50,0	29
NH-AA2200			2200	220		1100				31
NH-AA2500			2500	250		500	420			32

LI-POL АККУМУЛЯТОРЫ СЕРИИ LP

Каждый месяц мы выпускаем 9 миллионов изделий!

Параметры и преимущества:

- Выходное напряжение 3,7 В
- Емкость: от 65 мА*ч до 10,5 А*ч
- Долгий срок службы
- Тонкий корпус, малая масса
- Высокая удельная емкость
- Экологически безопасны

Применение:

- Телекоммуникационное оборудование
- Портативные приборы
- Мобильные телефоны и коммуникаторы
- Видео- и фотокамеры
- Ноутбуки
- Электрические игрушки

EEMB CO.,LTD.

Компэл
www.compel.ru

A,B,C,D 25/F Fortune Plaza
ShenZhen P.R.China518040
тел.: +86-755-83022275
факс: +86-755-83021966
e-mail: global@eemb.com

Москва:
Тел.: (495) 995-0901
Факс: (495) 995-0902.
Санкт-Петербург:
Тел.: (812) 327-9404
Факс: (812) 327-9403
E-mail: eemb@compel.ru

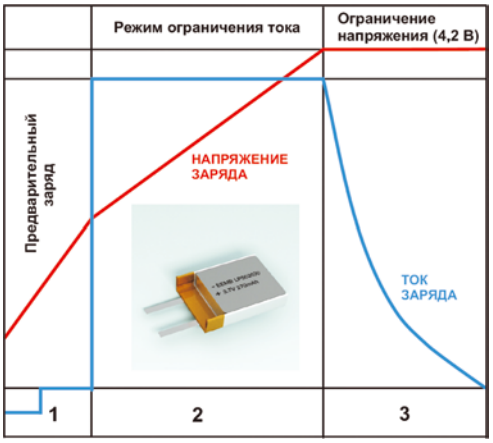

Рис. 1. ***Рекомендуемые режимы заряда Li-Ion или Li-Pol аккумуляторов***

кнопочный) и цилиндрический. Основные параметры и внешний вид аккумуляторов этой серии приведены в таблицах 4, 5.

Максимальное значение емкости Li-Ion аккумуляторов призматического типа составляет 1800 мА·ч при номинальном напряжении 3,7 В и весе корпуса около 41,2 г. Емкость аккумуляторов таблеточного типа достигает 200 мА·ч при диаметре корпуса 30 мм и высоте 4,8 мм. Максимальную емкость 2100 мА·ч среди цилиндрических Li-Ion аккумуляторов EEMB имеют популярные LIR18650 при весе около 45,0 г. Номинальное напряжение цилиндрических Li-Ion аккумуляторов имеет значение 3,7 В.

ЛИТИЕВО-ПОЛИМЕРНЫЕ (LI-POL) АККУМУЛЯТОРЫ

Литиево-полимерные аккумуляторы (Li-Pol) — самые новые в литиевой технологии. Имея примерно такую же плотность энергии, что и традиционные Li-Ion аккумуляторы, литиево-полимерные устройства допускают производство в различных пластичных геометрических формах, нетрадиционных для обычных аккумуляторов, достаточно тонких по толщине и способных заполнять любое свободное пространство. При этом эффективность использования пространства повышается примерно на 20%.

Li-Pol аккумулятор конструктивно подобен Li-Ion, но имеет гелевый электролит. В результате стало возможным упрощение конструкции элемента, поскольку утечка гелеобразного электролита практически невозможна.

При одинаковой емкости литиево-полимерный аккумулятор легче, чем литиево-ионный. Это еще одно очень важное преимущество Li-Pol аккумуляторов.

Несмотря на различие в электрохимических системах, метод заряда литиево-ионного и литиево-полимерного аккумуляторов одинаков. Для достижения оптимальной работы Li-Ion/Li-Pol аккумуляторов необходимо использовать специальный алгоритм заряда. Один из возможных алгоритмов заряда представлен на рисунке 1.

В приведенном на рисунке 1 алгоритме заряда аккумулятора весь цикл делится на три части: предварительный заряд, ограничение тока и ограничение напряжения. Красным цветом показано напряжение на аккумуляторе при заряде, синим цветом — ток заряда. Первый этап характерен тем, что позволяет плавно начать заряжать глубоко разряженные аккумуляторы. Второй этап заряда — основной. Заряд максимальным током происходит до тех пор, пока напряжение на аккумуляторе не достигнет 4,2 В на один элемент. При завершении второго этапа аккумулятор будет заряжен всего лишь на 70%. На третьем этапе заряд производится при стабилизированном напряжении. Поскольку напряжение на аккумуляторе в процессе заряда зафиксировано на уровне 4,2 В, то ток заряда постепенно уменьшается. Когда зарядный ток достигает примерно 3% от номинального значения, считается, что аккумулятор полностью заряжен. Не стоит забывать, что литиевые элементы питания чувствительны к температуре окружающей среды, поэтому при заряде этих аккумуляторов необходимо помнить и о температурном режиме.

На сегодняшний день компания EEMB имеет очень большой перечень выпускаемых Li-Ion и Li-Pol аккумуляторов. Среди Li-Pol аккумуляторов большой популярностью пользуются LP052030-PCB-LD (емкость 230 мА·ч) и LP383454-PCB-LD (емкость 750 мА·ч). Они имеют не самые предельные характеристики среди выпускаемых Li-Pol аккумуляторов. Однако сочетание их параметров оказалось наиболее востребованным для отечественного рынка. Для аккумуляторов LP05230-PCB-LD гарантируется более 400 циклов заряд/разряд, для LP383454-PCB-LD — более 500 циклов. Количество циклов приведено при условии заряда током 1С (где С — емкость аккумулятора) и разряде при комнатной температуре.

ВАРИАНТЫ ВЫВОДОВ БАТАРЕЙ И АККУМУЛЯТОРОВ

Батареи и аккумуляторы компании EEMB выпускаются с различными выводами для разных вариантов монтажа на

Таблица 4. ***Параметры Li-Ion аккумуляторов EEMB в корпусах таблеточного типа***

Наименование	Uном., В	Номин. емкость, мА·ч	Рекомендуемый ток заряда, мА		Размеры, мм		Вес, г
			Постоянный	Импульсный	Диаметр	Высота	
LIR2016	3,6	20 ± 5	1С, мА	2С, мА	20,0	1,6	1,9
LIR2025		25 ± 5				2,5	2,5
LIR2032		45 ± 5				3,2	3,1
LIR2450		120 ± 10			24,0	5,0	5,2
LIR3048		200 ± 10			30,0	4,8	7,3

Таблица 5. ***Параметры популярных Li-Ion аккумуляторов EEMB в корпусах цилиндрического типа***

Наименование	Uном., В	Номин. емкость, мА·ч	Импеданс, мОм	Размеры, мм		Вес, г
				Диаметр	Длина	
LIR14500	3,7	800	≤80	14,1	48,5	20,0
LIR17500		1100		16,8	49,5	29,0
LIR18500		1300; 1400		18,2	48,5	33,0
LIR18650		1800; 2000; 2100; 2200			64,5	45,0

печатную плату. Каждая версия выводов имеет свои буквенные обозначения. Наиболее популярные из них приведены на рисунках 2 и 3. На рисунке 2 показаны варианты выводов элементов питания таблеточного (кнопочного) типа; на рисунке 3 — цилиндрического типа. Если в наименовании отсутствует кодировка выводов, это означает, что элементы питания предназначены для установки в держатели батарей.

АКТИВАЦИЯ ЛИТИЕВО-ТИОНИЛХЛОРИДНЫХ БАТАРЕЙ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Благодаря низкому току саморазряда литиево-тионилхлоридные батареи имеют очень долгий срок хранения. Это свойство обеспечивается тонкой изолирующей пленкой хлорида лития, возникающей на поверхности литиевого электрода. Пленка образуется еще во время сборки элемента на конвейере предприятия-изготовителя из-за того, что литий вступает в химическую реакцию с тионилхлоридом. Образовавшаяся пленка останавливает реакцию и взаимодействие реагентов, существенно снижая ток саморазряда. Но есть и отрицательная сторона этого процесса — при подключении средней или максимально допустимой нагрузки к элементу питания наблюдается пониженное напряжение на контактах батареи. Номинальное напряжение у литиево-тионилхлоридных элементов при стандартном токе разряда должно быть немного меньше 3,6 В. Однако из-за образующейся изолирующей пленки напряжение на контактах батареи может уменьшиться до 2,3…2,7 В или даже ниже при очень длительном сроке хранения батарей. В процессе хранения толщина изолирующей пленки увеличивается, из-за чего снижается выходное напряжение и уменьшается разрядный ток. Этот процесс называется пассивацией литиевого элемента. Пассивация присутствует в продукции всех производителей литиевых источников тока без исключения, но не все производители предупреждают об этом своих клиентов. Наличие в первичных литиевых элементах изолирующей пленки эффективно сохраняет заряд в течение длительного времени, но пониженное выходное напряжение может нарушить нормальную работу прибора из-за невозможности обеспечить нормальную работу при среднем и высоком потреблении мощности от ХИТ. В результате батарея не может отдавать в нагрузку максимальную мощность, несмотря на то, что этот резерв энергии в ней имеется. Для некоторых разработчиков такое поведение источника питания — неожиданная катастрофа. Непонятно, как быть и что делать! Замена батареек на «новые», т.е. взятые со склада и не бывшие в эксплуатации ни одного часа, положительного результата может не дать. А проверка исправности прибора показывает, что со схемой все в порядке.

Скорость возникновения пленки на поверхности литиевого электрода зависит от температуры. Чем выше температура хранения ХИТ, тем быстрее увеличивается толщина пленки, тем больше пассивируется литиевый источник тока. Кроме того, чем дольше батареи хранятся на складе, тем более толстая пленка образуется на поверхности литиевого электрода, тем в большей мере проявляется пассивация и больше выходное сопротивление ХИТ. К счастью, мощный токовый импульс позволяет полностью разрушить образовавшийся хлорид лития, но устройства с малым потреблением мощности с током потребления в несколько миллиампер (таких приборов очень много, если не большинство) не смогут в процессе работы разрушить изолирующую пленку и вывести элемент питания из режима пассивации. Поэтому литиево-тионилхлоридные батареи перед эксплуатацией необходимо вывести из режима пассивации. Процесс выведения из режима пассивации называется активацией или депассивацией.

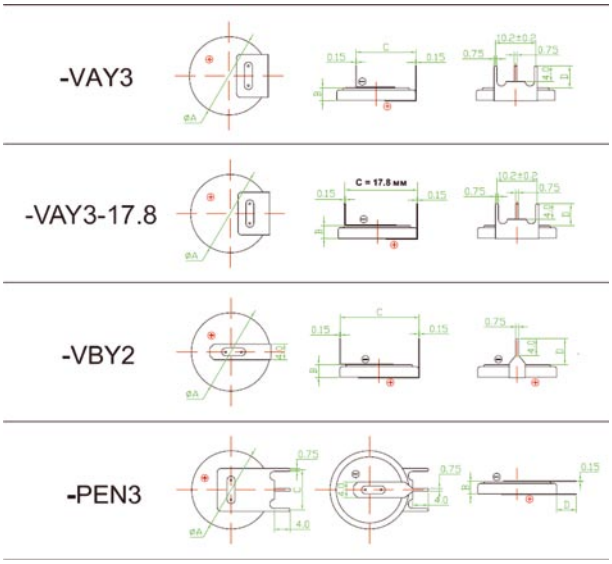

Рис. 2. ***Варианты выводов элементов питания таблеточного*** *(кнопочного)* ***типа***

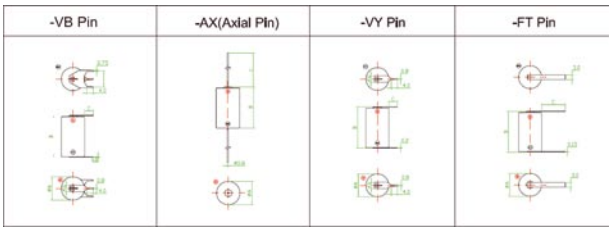

Рис. 3. ***Варианты выводов элементов питания цилиндрического типа***

На рисунке 4 проиллюстрирован процесс депассивации литиево-тионилхлоридных первичных элементов питания. Необходимо отметить, что пассивация характерна и для других типов литиевых источников тока, но для литиево-тионилхлоридных элементов она наиболее выражена. К тому же, именно эти первичные источники тока наиболее востребованы из-за их высокой удельной емкости. На рисунке 4 зеленым цветом показано напряжение на элементе в отсутствие нагрузки. В момент времени t0 подключается определенная нагрузка на конкретный промежуток времени. При этом возникает импульсный ток, приводящий к резкому падению напряжения на источнике тока до уровня 2,4 В и даже ниже. Повышенный ток разрушает

Таблица 6. ***Параметры для активации литиево-тионилхлоридных батарей EEMB***

Наименование	Ток активации (макс.), мА	Срок хранения/время активации			Напряжение после активации, В
		3 мес.	6 мес.	12 мес.	
ER14250	80	15 с	30 с	60 с	> 3,0
ER14505	200				
ER17335					
ER18505					
ER20505					
ER26500	260				
ER34615	460				
ER14505M	1000				
ER17335M					
ER18505M	2000				
ER26500M					
ER34615M	3000				

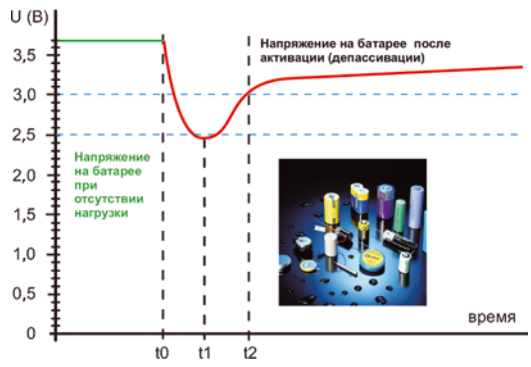

Рис. 4. ***Характер изменения напряжения на контактах литиевого элемента в процессе активации***

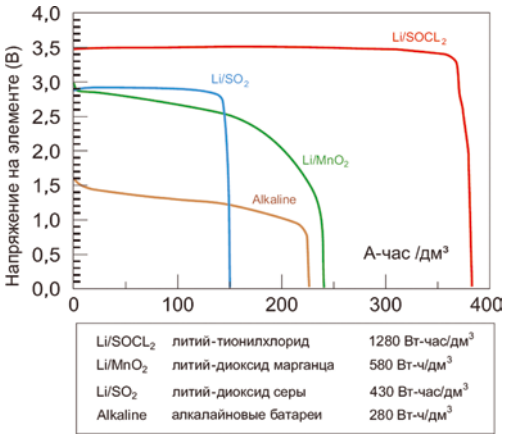

Рис. 5. ***Сравнение объемной плотности энергии батарей разных электрохимических систем***

защитную пленку на поверхности литиевого электрода. После этого химическая реакция в элементе может происходить гораздо активнее. Окончанием процесса активации считается момент времени, при котором напряжение на ХИТ становится более 3,0 В. Ни в коем случае нельзя для активации делать короткое замыкание выводов элементов питания. Такой варварский метод воздействия резко снижает срок эксплуатации источников тока или просто выводит их из строя. Существуют рекомендованные производителем максимально допустимые значения тока активации литиево-тионилхлоридных батарей.

В таблице 6 приведены максимально допустимые значения тока активации для некоторых Li-$SOCL_2$ батарей компании EEMB. Значение этого тока равно удвоенному максимально допустимому рабочему току разряда. Оно не должно превышать значение максимального импульсного тока (оба этих параметра указаны в документации производителя). Читатель без труда вычислит ориентировочные значения токов активации и для других литиево-тионилхлоридных батарей, наименования которых отсутствуют в таблице 6.

На рисунке 5 для наглядного сравнения приведены типовые графики объемной плотности энергии батарей с разными типами электрохимических систем. Площадь под графиками характеризует энергию каждого типа батарей. Хорошо видно, что максимальными показателями по удельной емкости обладают литиево-тионилхлоридные батареи. Именно поэтому эти батареи завоевывают все большую популярность у разработчиков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на существенные различия объемной плотности энергии, каждая электрохимическая система имеет свои преимущества и недостатки. Для некоторых приложений необходим широкий диапазон рабочих температур, для других — минимальная цена, для третьих — минимальные размеры ХИТ. И для каждого приложения компания EEMB предлагает свои батареи и аккумуляторы высокого качества по конкурентоспособным ценам.

Быстрый выбор по параметрам батарей и аккумуляторов можно произвести с помощью параметрического поиска на сайте компании «Компэл» www.compel.ru. Задав параметры каждого фильтра, можно легко отфильтровать ненужные компоненты. Каждое найденное наименование — это активная ссылка. Нажатие на нее открывает новое окно, где указываются основные параметры, доступное количество на складе и цены в зависимости от приобретаемого количества. Для более быстрой работы параметрического поиска (скорость поиска увеличится в несколько раз) настоятельно рекомендуется установить бесплатный браузер Google Chrome.

На сайте компании-производителя www.eemb.com приведен полный перечень выпускаемой продукции. Любую батарею или аккумулятор EEMB возможно приобрести у официального дистрибьютора-компании «Компэл». Наиболее популярные изделия EEMB поддерживаются на складе «Компэл» в Москве в промышленных количествах, а перспективные серии — в качестве образцов для новых разработок.

СОБЫТИЯ РЫНКА

| ВЫСОКИЙ «ПОТЕНЦИАЛ» РОССИЙСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ | В рамках выставки «Потенциал-2010», которая входит в программу «Российской недели электроники», будут представлены программы и возможности отечественных учебных заведений по подготовке кадров для радиоэлектронной промышленности. Ведущие вузы Москвы и других городов готовы предложить предприятиям долгосрочные программы развития кадрового потенциала, курсы повышения квалификации, программы переподготовки персонала.

В работе «Российской недели электроники» примут участие Московский институт электроники и математики, Тольяттинский государственный университет, Владимирский государственный университет, Казанский государственный университет, Дагестанский государственный университет, Мурманский государственный университет, Пензенская государственная технологическая академия и другие учебные заведения.

«Российская неделя электроники» объединяет шесть выставочных мероприятий по разработке, производству, поставке компонентов и модулей радиоэлектронной аппаратуры, подготовке инженерных кадров для отрасли, продвижению продукции радиоэлектронного комплекса на отечественном и зарубежном рынках.

Мероприятия пройдут 26—28 октября 2010 г. в Москве, в «Экспоцентре» на Красной Пресне.

Тел. оргкомитета «Российской недели электроники»: +7 (495) 287-44-12.

www.RussianElectronicsWeek.ru