

Литий-ионные источники тока для портативной электронной аппаратуры

Алевтина Таганова (Санкт-Петербург)

В статье описана конструкция литий-ионных и литий-полимерных химических источников тока (аккумуляторов), приведены их основные характеристики – типоразмеры, ёмкость, режимы заряда и разряда, рекомендации по эксплуатации.

Литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) появились на мировом рынке источников тока в конце 1990-х годов. Этому предшествовали длительные разработки перезаряжаемого источника тока высокого рабочего напряжения с литиевым отрицательным электродом, который сохранял бы свои свойства и начальную ёмкость столь же долго, как и широко используемые никель-кадмиевые и никель-металлгидридные аккумуляторы. Успех был достигнут только тогда, когда в качестве анода стали использовать матрицу из углеродных материалов.

Название «литий-ионные» аккумуляторы получили из-за того, что металлический литий в системе отсутствует, а электрический ток во внешней цепи обеспечивается переносом ионов лития от анода к катоду (на основе различных соединений, чаще всего LiCoO_2 , LiNiO_2 , LiMn_2O_4). При заряде направление переноса ионов – обратное.

Основная проблема при выборе электродных материалов и органиче-

ского электролита – обеспечение высокой стабильности структур и свойств электродов для сохранения ёмкости аккумулятора в процессе циклирования. Приходится учитывать и дополнительную проблему, связанную с возможностью воспламенения высокоагрессивного электролита при его разогреве.

Большое разнообразие применяемых в настоящее время электродных материалов и электролитов, стремление компаний как можно скорее использовать результаты исследований для того, чтобы опередить конкурентов, приводит к выпуску продукции, которая может сильно различаться электрическими и эксплуатационными характеристиками.

Работы энергично ведутся в двух направлениях: модернизация малогабаритных ЛИА с целью увеличения их ёмкости и совершенствование аккумуляторов ёмкостью в сотни ампер-часов, которые первоначально считались небезопасными в эксплуатации.

В настоящей статье мы рассматриваем лишь аккумуляторы ёмкостью до нескольких ампер-часов, которые используются в портативной электронной аппаратуре: сотовых телефонах, ноутбуках, оргтехнике, цифровых фотоаппаратах, видеокамерах, медицинском оборудовании, измерительных приборах и других устройствах, в том числе и в военной технике.

Достиженные характеристики

Современные ЛИА среди герметичных аккумуляторов имеют самые высокие удельные энергетические характеристики. За последние 5...7 лет в этой области был достигнут замечательный прогресс. Так, например, ёмкость наиболее популярных цилиндрических малогабаритных рулонных ЛИА (типоразмера 18650) за это время увеличилась с 1,3 до 2,4 Ач. В ближайшие два года прогнозируется повышение их ёмкости до 3 Ач. За это же время их ресурс вырос в несколько раз – до снижения ёмкости на 20% они обеспечивают 500...1000 циклов, как у щелочные никель-кадмиевые и никель-металлгидридные аккумуляторы. Основные характеристики малогабаритных аккумуляторов иллюстрирует таблица 1.

Литий-ионные аккумуляторы изготавливаются в цилиндрическом и призматическом вариантах (см. рис. 1).

В цилиндрических аккумуляторах скрученный в виде рулона пакет электродов и сепаратора помещён в стальной или алюминиевый корпус; призматические аккумуляторы изготавливаются складыванием прямоугольных пластин друг на друга. Последние обеспечивают более плотную упаковку в батарее, но в них труднее поддерживать сжимающие усилия на электроды, и поэтому изменение характеристик с циклами у них больше, чем у цилиндрических аккумуляторов.

В некоторых призматических аккумуляторах используется рулонная

Таблица 1. Основные характеристики малогабаритных герметичных аккумуляторов различных электрохимических систем

Характеристики	Никель-кадмиевые	Никель-металлгидридные	Литий-ионные
Номинальное напряжение, В	1,2		3,6
Типичная ёмкость, Ач	0,03...10,0	0,05...17,0	0,42...8,0
Удельная энергия: весовая, Втч/кг объёмная, Втч/дм ³	30...60 100...170	40...80 150...240	100...180 250...400
Максимальный постоянный ток разряда	5 (10) C		2C
Режим заряда	Стандартный: 0,1C × 16 ч Ускоренный: 0,3C × 3...4 ч Быстрый: 1C × ~1 ч		Заряд током 0,1...1C до 4,1...4,2 В, далее при постоянном напряжении
Кoeffициент отдачи по ёмкости ($C_{\text{разряд}}/C_{\text{заряд}}$)	0,6...0,9		0,9...1,0
Диапазон рабочих температур, °C	-20...60	-10...40	-20 (-40)...60
Саморазряд (в %): за месяц за год	15...30	25...30	4...5 10...20

*1 C означает ток, численно равный номинальной ёмкости.

сборка пакета электродов, который скручивается в эллиптическую спираль. Это позволяет объединить достоинства двух описанных выше вариантов конструкций.

Для обеспечения безопасности эксплуатации в ЛИА используется трёхслойный сепаратор, средний слой которого, состоящий из полиэтилена, при температуре 135°C расплавляется, и ионный обмен между электродами прекращается. Под крышкой находится также устройство, реагирующее на положительный температурный коэффициент повышением сопротивления, и прерыватель электрической цепи, срабатывающий при увеличении давления газов внутри аккумулятора выше допустимого предела. На крышке аккумулятора имеется аварийный клапан, который срабатывает при давлении ещё более высоком, чем во внутреннем устройстве прерывания тока.

Для увеличения безопасности эксплуатации батарей литий-ионных аккумуляторов обязательно используется также и внешняя электронная защита, цель которой – предотвратить возможность перезаряда и переразряда каждого аккумулятора, короткого замыкания и чрезмерного разогрева.

Основные производители литий-ионных источников тока

Первыми литий-ионными аккумуляторами, появившимися в 1990 г. на мировом рынке, были малогабаритные аккумуляторы японских компаний. С конца 1997 г. начался их широкомасштабный выпуск. Третью часть из них производила компания Sony. И сейчас основное их производство также сосредоточено в компаниях Sony (в 2003 г. 33% цилиндрических и 8% призматических аккумуляторов от общемирового производства), Sanyo (до 30% производства обеих конструкций), MBI, Samsung.

В последнее время серьёзную конкуренцию оказывают китайские и корейские компании. На российском рынке стала популярна продукция компаний GP Batteries International (Гонконг) и LG Chem (Корея).

В Европе наиболее мощное производство ЛИА развёрнуто с начала 1990-х годов компанией SAFT.

На американском континенте одной из первых производство ЛИА на-

чала канадская компания Moli Energy. Наиболее крупные производители в США – компании Eagle-Picher, Eveready Battery, Energizer Power Systems, Rayovac, Yardnay.

Номенклатура малогабаритных аккумуляторов цилиндрической и плоской призматической конструкции обширна и у некоторых компаний насчитывает более десятка типоразмеров.

В России исследования в области ЛИА ведутся в нескольких институтах, изготовлены экспериментальные макеты аккумуляторов ёмкостью от 0,5 до 50 Ач, есть определённые успехи в разработке электродных материалов и технологий их изготовления. Массовое производство аккумуляторов пока не развёрнуто, но работы в этом направлении уже ведутся.

В таблицах 2 и 3 представлены ЛИА ведущих производителей, используемые в портативных устройствах. В типоразмере цилиндрических аккумуляторов



Рис. 1. Литий-ионные аккумуляторы различных конструкций: цилиндрический типоразмера 18650 ёмкостью 1,7 Ач, призматический для сотового телефона ёмкостью 0,7 Ач и призматический с рулонной сборкой пластин ёмкостью 6,8 Ач

муляторов (табл. 2) две первые цифры дают информацию о диаметре (в миллиметрах; только целая часть), последние три – о высоте (в десятых миллиметра). Размеры призматических аккумуляторов разных производителей различны – истинные размеры даны в таблице 3.

Таблица 2. Цилиндрические литий-ионные аккумуляторы

Типоразмер	Ёмкость аккумуляторов, мАч				Масса, г
	Sony	Sanyo	Panasonic	GP	
14430	570	–	–	–	16
14500	680	650	–	–	19
14650	780	940	–	–	26
17500	–	–	830	–	25
17670	1450...1550	–	1250	1280	35
18500	1180	1100...1300	–	1230...1330	32
18650	1500...1950	1700...1800	1500...2150	1730...2200	43
26650*	2800	–	–	–	83

* Анод – угольный; в остальных аккумуляторах анод графитовый.

Таблица 3. Призматические литий-ионные аккумуляторы

Размеры, мм	Ёмкость аккумуляторов, мАч			Масса, г
	Sony	Sanyo	Panasonic	
3,8 × 34 × 50	–	500	–	13,5
4,6 × 30 × 48	–	550	–	22
5,5 × 30 × 48	–	650	750	17
6,1 × 19,5 × 50	–	420	–	12
6,1 × 22,5 × 48	–	480	–	18
6,4 × 30 × 48	700...800	–	630	23
6,4 × 29,3 × 67	–	1000...1200	–	32
6,5 × 33,8 × 50	–	800...900	875...1035	29
6,5 × 34,5 × 67	–	1000	–	32
9,3 × 34 × 47	–	1300	–	42
10,5 × 22,5 × 48	–	800	–	24
10,5 × 34 × 50	–	1550	1400...1500	40
10,8 × 34 × 63	–	2000	–	60

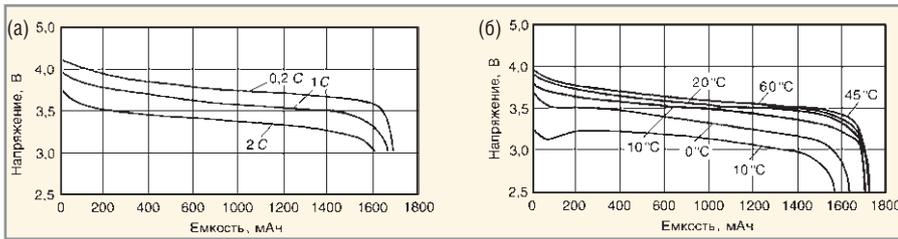


Рис. 2. Разрядные характеристики литий-ионного аккумулятора Panasonic типа CGR18650H

(а) при разных токах разряда и (б) различной температуре

Наибольшую ёмкость среди малогабаритных ЛИА имеют аккумуляторы компании SAFT (см. табл. 4): призматические серии MP и цилиндрические серии VL. Они работоспособны в более широком температурном диапазоне, чем описанные выше: от -40 до 60°C при разряде и от -20 до 50°C на заряде. Аккумуляторы в течение десяти лет использовались в военной технике; в настоящее время область их применения значительно расширяется.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Типичный вид разрядных характеристик ЛИА показан на рисунке 2. Ток разряда $0,2C$ – номинальный. С увеличением тока разрядная ёмкость аккумуляторов уменьшается незначительно, но снижается рабочее напряжение. Такой же эффект имеет место и при температуре ниже 10°C . Кроме того, при низких температурах наблюдается снижение начального напряжения.

Разрядные ёмкость и напряжение цилиндрических аккумуляторов при увеличении тока и уменьшении температуры меняются меньше, чем у призматических. При токе $2C$ ёмкость первых снижается на $10...20\%$, вторых – в 2 раза; напряжение снижается на 250 мВ . При токе разряда $0,2C$ и температуре 0°C ёмкость ЛИА снижается обычно на $10...20\%$. Аккумуляторы Panasonic обеспечивают ёмкость не менее $0,5C_{\text{H}}$ при температуре -10°C , аккумуляторы GP – при

-20°C . Последние отдают до $0,3C_{\text{H}}$ и при -30°C .

Понижение ёмкости аккумулятора с угольным анодом при увеличении тока разряда до $2C$ выражено на 20% сильнее, чем у аккумуляторов с графитовым анодом, но отрицательная температура приводит к обратному эффекту.

Все аккумуляторы разогреваются в конце разряда токами $0,15C$; $0,5C$ и $1C$ до температуры не более чем $34...38$, $40...41$ и $44...48^{\circ}\text{C}$ соответственно. При заряде разогрев не наблюдается.

Заряд аккумуляторов производится в две стадии: сначала током в диапазоне $0,1...1,0C$ до напряжения $4,1...4,2\text{ В}$, затем при постоянном напряжении. Заряд при начальном токе $0,2C$ продолжается $7...8\text{ ч}$, при токе в $0,6...1C$ – $2...2,5\text{ ч}$ в зависимости от предельного напряжения заряда и величины снижения тока (до $0,015...0,02C$ или больше).

Обычно рекомендуемая температура заряда – от 0 до 50°C . При низкой температуре время заряда на первой ступени уменьшается, на второй – значительно увеличивается. Ёмкость, которая затем может быть снята при разряде, мало отличается от номинальной.

ЛИА имеют низкую устойчивость к перезаряду. Это связано с тем, что на поверхности углеродной матрицы анода может осаждаться мшистый осадок металлического лития с высокой реакционной способностью к электролиту, и возникает опасность теплового разгона, повышения давления и разгерметизации. Поэтому заряд ЛИА можно вести только до на-

пряжения, рекомендуемого производителем. При повышении предельного зарядного напряжения ресурс аккумуляторов уменьшается. Обычно ресурс до момента снижения ёмкости на 20% составляет $500...1000$ циклов. Но увеличение напряжения, например, у аккумуляторов Panasonic с $4,2$ до $4,3\text{ В}$ приводит к тому, что ёмкость снижается в $2,5$ раза быстрее.

Увеличение потребляемой мощности традиционных электронных устройств и существенное расширение областей использования ЛИА привело и к проектированию источников тока большой ёмкости. Особенности создания батарей большой ёмкости из малоёмких аккумуляторов при их последовательно-параллельном соединении подробно описаны в работах [1, 2].

Здесь же представлены результаты сравнительных испытаний аккумуляторов типа MP 176065 SAFT ёмкостью $6,8\text{ Ач}$ и трёх цилиндрических аккумуляторов типоразмера 18650 компании Moli (Канада), обеспечивающих при параллельном соединении ёмкость около 6 Ач . Было показано, что аккумуляторы SAFT имеют целый ряд достоинств, которые окупают их более высокую стоимость:

- лучшие характеристики при -20°C и токе разряда до 6 А ;
- при -40°C и токе 3 А ёмкость уменьшается не более чем на 10% ;
- значительно меньшая скорость снижения ёмкости с наработкой;
- стабильное внутреннее сопротивление в течение всего срока службы.

К тому же надёжность источника тока из одного аккумулятора выше надёжности источника тока из трёх параллельно соединённых.

ЛИТИЙ-ПОЛИМЕРНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Литий-полимерные аккумуляторы (ЛПА) по механизму генерации электрического тока сходны с ЛИА. В основе идеи ЛПА лежит обнаруженное явление перехода некоторых полимеров в полупроводниковое состояние в результате внедрения в них ионов электролита. Проводимость полимеров при этом возрастает более чем на порядок. Электролит в них может быть гель-полимерным, сухим полимерным или неводным раствором, адсорбированным на микропористой полимерной матрице. В каче-

Таблица 4. Литий-ионные аккумуляторы компании SAFT

Характеристики	Тип аккумулятора					
	MP 144350	MP 174865	MP 176065	VL 34480	VL 34570	VL 8P
Ёмкость, Ач	2,5	5,3	6,8	3,6	4,6	8,0
Размеры, мм	$14 \times 42,6 \times 50$	$18 \times 47,8 \times 65$	$18 \times 59,8 \times 65$	$\varnothing 33,6, h = 49,0$	$\varnothing 33,6, h = 58,0$	$\varnothing 47,0, h = 104,0$
Масса, г	66	120	150	103	126	380

Полупроводники НА ОСНОВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ Практическое применение

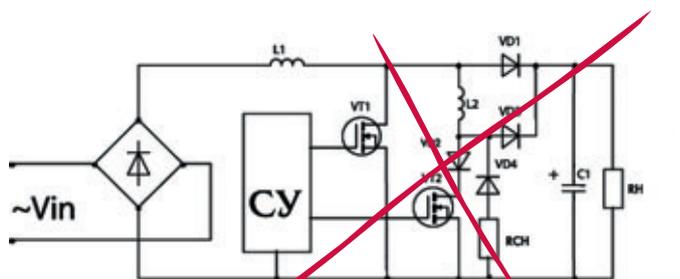


Активный КММ мощностью 1,5 кВт
на диоде Шоттки CSD 20060D

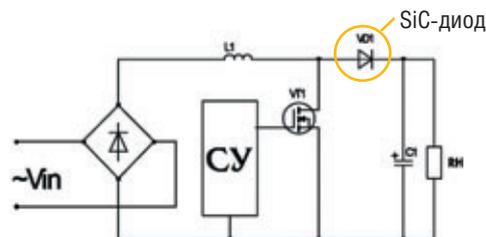
ПРИМЕНЕНИЕ SiC-ДИОДОВ ШОТКИ ПОЗВОЛЯЕТ

- Снизить потери в диоде и ключевом транзисторе в 2 раза
- Уменьшить количество силовых электронных компонентов в 3 раза
- Увеличить надёжность
- Повысить частоту преобразования, снизить массу и габариты
- Получить выигрыш в стоимости и эффективности одновременно

Подробную информацию об этой разработке Вы найдете на сайте официального дистрибьютора компании CREE — www.prochip.ru



Традиционное решение с ZVS
на базе контроллера UC 3855 (Unitrode)



Решение с диодом SiC и контроллером промышленного стандарта LT 1248 (Linear Technology)

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ДИОДОВ ШОТКИ ФИРМЫ CREE

Наименование	CSD04060A CSD04060D CSD04060E	CSD06060A CSD06060D CSD06060G	CSD10060A CSD10060D CSD10060E	CSD20060D	CSD05120A	CSD10120A CSD10120D	CSD20120D
U _{макс.} В	600	600	600	600	1200	1200	1200
I _{пост.} А	4	6	10	20	5	10	20
Типы корпусов	TO252, TO220-2, TO220-3	TO263, TO220-2, TO220-3	TO263, TO220-2, TO220-3	TO247-3	TO220-2	TO220-2, TO247-3	TO247-3

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ:

- Активные корректоры коэффициента мощности — снижение динамических потерь в ключевом транзисторе и диоде до 60%
- Антипараллельные диоды MOSFET- и IGBT-транзисторов и модулей для жёсткого переключения — снижение динамических потерь на 20...30%
- Мощные высоковольтные выпрямители для частот до единиц мегагерц



Высоковольтные 300...1200 В ZeroRecovery™ диоды Шоттки на основе карбида кремния компании Cree

стве анода может использоваться и металлический литий.

Современные ЛПА обеспечивают удельные характеристики, сравнимые с характеристиками ЛИА. Номинальное напряжение – 3,7 В. Конечное напряжение разряда – 3 В. Количество циклов – 500 и более. ЛПА работоспособны при температуре –20...60°C. Заряд производится так же, как и заряд ЛИА.

Благодаря отсутствию жидкого электролита ЛПА более безопасны в эксплуатации, чем ЛИА, компактны и могут быть выполнены в любой конфигурации. Их контейнер может быть сделан из металлизированного полимера.

Аккумуляторы с гель-полимерным электролитом выпускают многие компании во всём мире. Электродные материалы, рецептуры электролита и технологии изготовления у разных компаний значительно различаются. Характеристики ЛПА, соответственно, также различны.

Так, компания Sony выпускает призматические ЛПА толщиной от 3,2 до 5,2 мм и ёмкостью от 650 до 1250 мАч. При разряде током до 1С их разрядная ёмкость меняется мало, при токе 3С уменьшается до $0,85C_n$. При –20°C она составляет не менее $0,5C_n$. Срок службы – 500...1000 циклов.

Компания Sanyo выпускает призматические ЛПА толщиной 4 мм с ёмкостью 500 и 550 мАч.

Американская компания Yuasa выпускает ЛПА ёмкостью 400 и 1750 мАч, разрядная ёмкость которых уменьшается до $0,8C_n$ уже при токе разряда 1С.

Все разработчики отмечают, что качество аккумуляторов и стабильность их работы сильно зависят от однородности полимера, на которую влияют как соотношение ингредиентов электролита, так и температура полимеризации.

ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АККУМУЛЯТОРОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

При эксплуатации ЛИА потери энергии могут быть результатом как преобразования активных материалов в неактивные фазы, ведущего к уменьшению ёмкости, так и повышения внутреннего сопротивления, которое приводит к снижению рабоче-

го напряжения, т.е. мощности аккумулятора.

При циклировании уменьшение ёмкости происходит в результате расслоения графита и уменьшения активной поверхности обоих электродов из-за роста пассивирующей пленки. Происходят и механические изменения структуры электродов в результате объёмных изменений активного материала при циклировании.

Внутреннее сопротивление ЛИА при эксплуатации увеличивается за счёт поляризационного сопротивления электродов вследствие взаимодействия агрессивного электролита с их поверхностью.

Хранить литий-ионные источники тока рекомендуют при комнатной температуре и степени заряженности 30...50%. Один раз в год необходимо производить их подзаряд для предотвращения переразряда в связи с тем, что схемы внешней электронной защиты имеют хоть и малое потребление, но при длительном хранении способны привести к исчерпанию запасённой энергии.

При хранении ЛИА происходят и необратимые потери, определяемые изменением свойств пассивного слоя на литии под действием электролита и окислением электролита на катоде. С повышением температуры хранения оба процесса ускоряются (особенно второй, на который влияет и степень заряженности). Наибольшие потери наблюдаются у катодов из $LiMn_2O_4$.

Обычно ресурс коммерческих ЛИА до снижения разрядной ёмкости на 20% составляет 500...1000 циклов. Однако с уменьшением глубины разряда при циклировании он увеличивается, что объясняют уменьшением механических напряжений, вызываемых изменениями объёма электродов, которые зависят от степени их заряженности.

Вообще же механизмы старения приводят к медленному изменению основных характеристик литий-ионного аккумулятора (ёмкости, сопротивления, мощности), но не к возможности возникновения плохо предсказуемых внезапных отказов.

Призматические аккумуляторы при хранении под давлением выделяющегося газа могут потерять свою форму.

ОСОБЕННОСТИ РЫНКА ЛИТИЙ-ИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

Требуемое для автономных источников энергии напряжение обычно больше напряжения одного аккумулятора. Литий-ионные батареи с большим напряжением реализуются в виде последовательной цепочки аккумуляторов, а увеличение ёмкости достигается параллельным соединением цепочек. При последовательном соединении аккумуляторов возникает опасность перезаряда наиболее слабых из них, при параллельном – существенной оказывается разница их внутреннего сопротивления: аккумулятор с меньшим сопротивлением будет заряжаться большим током. Поэтому безопасность эксплуатации батарей всегда обеспечивается системой внешней электронной защиты от перезаряда и переразряда отдельных аккумуляторов. Она включает контроллеры, измеряющие напряжение каждого аккумулятора или блока из параллельно соединённых аккумуляторов, и ключи для размыкания электрической цепи при достижении предельных величин напряжения, которые обычно делают с использованием полевых транзисторов. Для контроля температуры батареи используются термисторы.

Практически до настоящего времени основные производители литий-ионных источников тока для автономного электропитания малогабаритной аппаратуры различного рода поставляют их в Россию только в виде батарей вместе со встроенной электронной защитой. Электронные блоки защиты батарей могут существенно различаться, и компании часто защищают доступ к этой части изделия. На рисунке 3 показаны платы электронной защиты единичного аккумулятора компании SAFT и батареи из 16 аккумуляторов, которые размещаются на крышке источников тока.

Замена таких батарей, если они выходят из строя раньше самой аппаратуры, осуществляется на практике в каждом случае по-разному, либо за счёт ЗИПа, либо при замене в сервисной службе аккумуляторов на другие. В последнем случае серьёзной проблемой является сборка батарей из аккумуляторов той же компании, поскольку ведущие компании, производящие малогабаритные ЛИА, не поставляют их на рос-

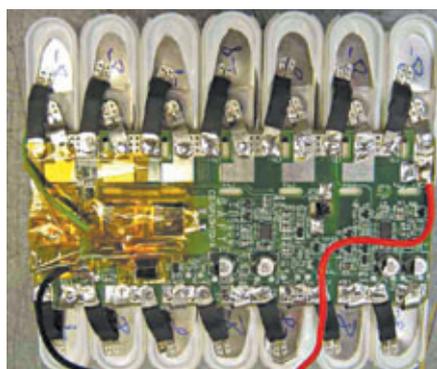
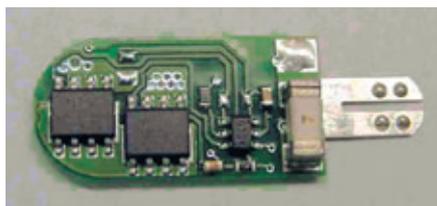


Рис. 3. Платы внешней электронной защиты литий-ионных источников тока компании SAFT

сийский рынок отдельно («россыпью»). Большое разнообразие в выборе электродов и электролита, разные технологии изготовления аккумуляторов не обеспечивают в настоящее время взаимозаменяемости аналогичных источников тока от разных производителей. К тому же в сервисных центрах, как правило, нет необходимой аппаратуры для грамотной диагностики состояния аккумуляторов, и батареи собираются без их сортировки, поэтому никаких гарантий сервисные службы не дают.

В заключение следует отметить, что для увеличения ресурса циклируемой батареи ответственного назначения рекомендуется периодическое (после нескольких десятков циклов) выравнивание характеристик аккумуляторов. Чаще всего это осуществляется при помощи сопротивлений, которые шунтируют аккумулятор, достигший предельно допустимого напряжения. Выравниванию характеристик способствует и построение системы для индивидуального заряда каждого аккумулятора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Advances in Lithium-Ion Batteries. Ed. by W.A. van Schalkwijk and B. Scrosati. Kluwer Academic/Plenum Publishers. N.Y., 2002.
2. Таганова А.А., Бубнов Ю.И., Орлов С.Б. Герметичные химические источники тока: Элементы и аккумуляторы. Оборудование для испытаний и эксплуатации. Химиздат, 2005.

Новости мира News of the World

Интегральные схемы выделения тактовых сигналов и данных

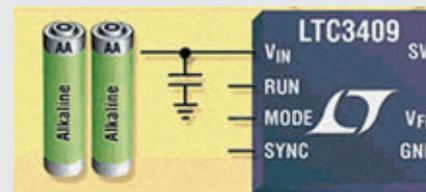
Фирма Analog Devices представила ADN2813, ADN2814, ADN2815 и ADN2816 – совместимые по выводам интегральные схемы выделения тактовых сигналов и данных (CDR). Эти ИС предназначены для сетевых приложений, работающих со скоростями передачи данных до 1,25 Гбод. Обычные CDR-решения рассчитаны на определённые скорости передачи данных или требуют для опознавания определённых частот или полос дополнительных внешних вмешательств. Благодаря способности непрерывной настройки ADN2813, ADN2814, ADN2815 и ADN2816 обеспечивают выделение любых данных без внешнего управления и опорного тактового сигнала. Семейство Continuous-Tuning-CDR-элементов отличается рассинхронизацией, которая превосходит спецификации SONET на коэффициент свыше трёх. Для питания достаточно обычного напряжения 3,3 В. Элементы ADN2813 (12,3 Мбод...1,25 Гбод) и ADN2814 (12,3...675 Мбод) содержат усилитель-ограничитель с чувствительностью на входе 6 мВ и возможностью подстройки порога ограничения и потребляют 430 мВт (в среднем). Элементы ADN2815 (12,3 Мбод...1,25 Гбод) и ADN2816 (12,3...675 Мбод) предназначены для модулей оптических трансиверов. Они содержат усилитель-ограничитель с чувствительностью на входе 50 мВ и потребляют 380 мВт (в среднем).

Контроллер для вторичной цепи AC/DC-источников питания

Компания Analog Devices представила ADM1041 – регулятор для AC/DC-источников питания с высокой готовностью. Регулятор имеет цифровое управление, не требует ручной калибровки

и регулировки вторичной цепи. По данным производителя, плотность мощности регулятора достигает $1,62 \times 10^{-2}$ Вт/дюйм³ (21 Вт/дюйм³). Он базируется на интеграционной платформе, которую Analog Devices разработала для Astec Power. Регулятор оснащен функцией Current-Sharing для поддержки разработки резервированных (N + 1) источников питания, функцией контроля и управления Share Bus, а также другими функциями контроля напряжения и тока. Кроме того, ADM1041 располагает возможностями цифрового управления с EEPROM, которые делают ненужными внешние подстроечные потенциометры. Программирование осуществляется через последовательный SMBus-порт, который предусматривает возможность коммуникации с микропроцессором или микроконтроллером. ADM1041 предлагается в – корпусе QSOP с 24 выводами. Цена при заказе от 10 тыс. шт. – \$3,95.

Низковольтный синхронный понижающий преобразователь постоянного напряжения



Фирма Linear Technology выпустила LTC3409 – низковольтный синхронный понижающий преобразователь постоянного напряжения с частотой коммутации 1,7 или 2,6 МГц, который при входном напряжении 1,6 В способен выдавать постоянный выходной ток 600 мА. Элемент на базе архитектуры с фиксированной частотой/токовым режимом допускает входные напряжения от 1,6 до 5,5 В. Он может применяться для работы от одноэлементных литий-ионных, многоэлементных, щелочных и NiMH-батарей. Преобразователь может выдавать выходные напряжения не менее 0,61 В. LTC3409 содержит коммутатор с RDS(ON), равным 0,35 Ом, за счет чего достигается КПД до 95%. Ток покоя без нагрузки не превышает 60 мкА, а в режиме Shutdown – менее 1 мкА. Микросхема выпускается в корпусе DFN-8 размером 3 × 3 мм. Цена в партиях от 1000 шт. – \$2,15.



www.ru.channel-e.de