

# Микросхемы для заряда аккумуляторных батарей

фирмы Linear Technology

**Работа современной аппаратуры невозможна без использования в ней аккумуляторных батарей, являющихся как основными источниками питания, так и резервными. В статье приводится сравнительная характеристика основных типов аккумуляторных батарей, а также типы и основные параметры микросхем для зарядных устройств, выпускаемых фирмой Linear Technology.**

**Анатолий Щукин,  
Сергей Воронин**

info@otkcm.ru

Появление новых информационных технологий потребовало разработки и производства новых источников автономного питания — аккумуляторных батарей. На смену никель-кадмиевым (Ni-Cd) аккумуляторам пришли никель-металлогидридные (Ni-MH), а сейчас на их место пришли литий-ионные (Li-Ion) аккумуляторы. На смену литий-ионным аккумуляторам пришли литий-полимерные (Li-pol).

Ni-MH аккумуляторы в какой-то степени сумели потеснить Ni-Cd, но в силу таких неоспоримых достоинств последних, как способность отдавать большой ток, низкая стоимость и длительный срок службы, они не сумели обеспечить их полноценной замены.

Многие изготовители портативной аппаратуры сегодня ориентируются на применение Li-Ion аккумуляторов. Однако чтобы обеспечить ту же самую мощность, необходимо, чтобы внутреннее сопротивление элемента было малым по величине.

Плотность энергии Li-Ion аккумуляторов обычно вдвое превышает плотность стандартных Ni-Cd, а в перспективе, с применением новых активных материалов, предполагается увеличить ее еще и достигнуть трехкратного превосходства над Ni-Cd.

В дополнение к большой емкости, Li-Ion аккумулятор при разряде ведет себя аналогично Ni-Cd (форма их разрядных характеристик подобна и отличается лишь напряжением).

Однако Li-Ion аккумуляторы имеют некоторые проблемы в обеспечении безопасности эксплуатации и высокую стоимость. Попытки решения этих проблем и привели к появлению литий-полимерных (Li-pol, или Li-polymer) аккумуляторов. Основное их отличие от Li-Ion заключается в типе используемого электролита. Полимерный электролит фактически заменяет традиционный пористый сепаратор, пропитанный электролитом. Такая конструкция упрощает процесс изготовления, более безопасна и позволяет производить тонкие аккумуляторы произвольной формы. К тому же отсутствует опасность воспламенения, поскольку нет жидкого или гелевого электролита. Однако сухие Li-pol аккумуляторы обладают недостаточной электропроводностью при комнатной температуре. Внутреннее сопротивление их слишком велико, и они не могут обеспечить требуемую величину тока, потребляемого нагрузкой. В тоже время при нагревании до 60 °C и более электропроводность увеличивается до приемлемого уровня.

Сравнительная характеристика параметров различных типов аккумуляторных батарей приведена в таблице 1.

Основные преимущества *Li-Ion* аккумуляторов:

1. Большая емкость при тех же самых габаритах по сравнению с аккумуляторами на основе никеля.
2. Низкий саморазряд.
3. Высокое напряжение единичного элемента (3,6 В против 1,2 В у Ni-Cd и Ni-MH), что упрощает конструкцию, и зачастую аккумулятор состоит только из одного элемента.
4. Низкая стоимость обслуживания, поскольку отсутствует эффект памяти и не требуются периодические циклы разряда для восстановления емкости.

Таблица 1

Параметры	NiCd	NiMH	Li-ion
Напряжение элемента, В	1,2	1,2	3,6
Напряжения заряженного элемента, В	1,55	1,55	4,1 или 4,2
Напряжение разряженного элемента, В	1	1	2,7
Стоимость	низкая	умеренная	высокая
Саморазряд за месяц	0,1	0,1	0,06
Емкость, мАч	низкая	средняя	высокая
Вес (при одинаковой емкости)	тяжелый	умеренный	легкий
Эффект памяти	есть	небольшой	нет
Внутреннее сопротивление	очень низкое	низкое	низкое
Непрерывный разряд большим током	отлично	очень хорошо	хорошо
Кратковременный разряд большим током	хорошо	хорошо	отлично
Утилизация	дорогая, Cd является токсичным металлом	дешевая	дешевая

Таблица 2

Тип	Тип ЗУ	Ток заряда, А	Входное напряжение, В	Окончание заряда	Регулирующий элемент	Емкость, мА·ч	Корпус
LTC1734L	линейный	0,05...0,18	4,55...8	μС	внешний	до 450	SOT-23-6
LTC4056	линейный	0,2...0,7	4,5...6,5	таймер	внешний	до 1700	SOT-23-8
LTC1734	линейный	0,2...0,7	4,55...8	μС	внешний	до 1700	SOT-23-6
LTC4054	линейный	до 0,8	4,25...6,5	С/10	внутренний	до 2000	SOT-23-5
LTC4050	линейный	до 1	4,5 до 12	таймер	внешний	до 2500	MSOP-10
LTC1730	импульсный	до 1	4,5...12	таймер	внешний	до 2500	SSOP-16
LTC1731	линейный	до 1	4,5...12	таймер	внешний	до 2500	MSOP-8
LTC1732	линейный	до 1	4,5...12	таймер	внешний	до 2500	MSOP-10
LTC4053	линейный	1,25 (адаптер); 0,1...0,5 (USB)	4,25...6,5	таймер	внутренний	до 3000	MSOP-10
LTC1733	линейный	0,5 ... 1,5	4,5...6,5	таймер	внутренний	до 3750	MSOP-10
LT1571-5	ключевой (500 кГц)	до 1,5	6,2...28	С/5, μС	внутренний	до 3750	SSOP-16
LTC4052	импульсный	до 2	4,5...12	таймер	внутренний	до 5000	MSOP-8

Недостатки:

- Для аккумулятора требуется встроенная схема защиты, которая ограничивает максимальное напряжение на каждом элементе аккумулятора во время заряда и предохраняет напряжение элемента от слишком низкого понижения при разряде. Кроме того, она ограничивает максимальные токи заряда, разряда и контролирует температуру элемента.
- Аккумулятор подвержен старению, даже если не используется. Процесс старения характерен для большинства Li-Ion аккумуляторов. Небольшое уменьшение емкости заметно после одного года, вне зависимости от того, находился аккумулятор в использовании или нет. Через два или три года он часто становится непригодным к эксплуатации. Впрочем, и аккумуляторы других электрохимических систем также имеют возрастные изменения с ухудшением своих параметров (это особенно справедливо для Ni-MH, подвергающихся воздействию высокой температуры окружающей среды). Для уменьшения процесса старения необходимо хранить его заряженным примерно до 40% от номинальной емкости в прохладном месте и отдельно от аппаратуры, в которой он используется.
- Более высокая стоимость по сравнению с Ni-Cd аккумуляторами.

Для заряда Li-Ion аккумуляторов используется метод «постоянное напряжение/постоянный ток», суть которого заключается в ограничении напряжения на аккумуляторе. В этом он подобен методу заряда свинцово-кислотных аккумуляторов (SLA). Основные отличия заключаются в том, что для Li-Ion аккумуляторов выше напряжение на элемент (номинальное напряжение элемента 3,6 В против 2 В для SLA), более жесткий допуск на это напряжение ( $\pm 0,05$  В) и отсутствие медленного подзаряда по окончании полного заряда.

Требования по заряду и разряду литий-ионных аккумуляторов:

- Максимальное напряжение заряда 4,2 или 4,1 В в зависимости от модели аккумулятора.
- Напряжение окончания разряда 3,0 В.
- Рекомендуемый ток заряда 0,7С, ток разряда (нагрузки) — 1С и меньше. Если напряжение на аккумуляторе менее 2,9 В, то рекомендуемый ток заряда — 0,1С.

- Глубокий разряд может привести к повреждению аккумулятора, то есть должно соблюдаться общее правило — Li-Ion аккумуляторы любят скорее находиться в заряженном состоянии, чем в разряженном, и заряжать их можно в любое время, не дожидаясь разряда.
- По мере приближения напряжения на аккумуляторе к максимальному значению, ток заряда уменьшается. Окончание разряда должно происходить при уменьшении тока заряда до  $(0,1...0,07C)$ , в зависимости от модели аккумулятора. После окончания заряда ток заряда прекращается полностью.
- Диапазон температур при заряде — от 0 до +45 °С, при разряде — от -10 до +60 °С. При эксплуатации аккумуляторных батарей в условиях низких температур эффективность аккумуляторов всех электрохимических систем резко понижается. В то время как температура -20 °С является пределом, при котором Ni-MH, SLA и Li-Ion аккумуляторы прекращают функционировать, Ni-Cd могут продолжать работать при -40 °С. Хотя аккумулятор и может работать при низких температурах, это не означает, что он может также быть заряжен при тех условиях. Восприимчивость к заряду большинства аккумуляторов при очень низких температурах чрезвычайно ограничена и ток заряда при таких условиях должен быть уменьшен до 0,1С.

Зарядные устройства для них должны быть адаптированы к этим требованиям, то есть микросхемы, входящие в них, должны контролировать все параметры аккумуляторной батареи и окружающей среды с целью безопасного и качественного ее заряда.

Фирма Linear Technology выпускает большое количество микросхем для заряда различных типов аккумуляторных батарей. Однако наиболее широко развито направление производства микросхем для заряда Li-Ion и Li-pol аккумуляторных батарей. Они имеют новые возможности, позволяющие поддерживать оптимальный ток заряда при изменении температуры кристалла относительно температуры окружающей среды, то есть работать без выхода из режима заряда. Это обеспечивает сокращение времени заряда аккумуляторной батареи. Программирование тока заряда и его контроль в процессе

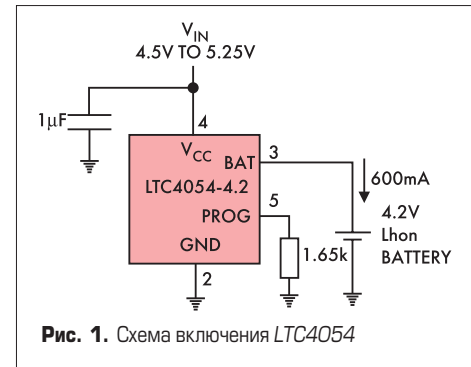


Рис. 1. Схема включения LTC4054

заряда также улучшает качественные характеристики зарядных устройств.

Микросхемы для заряда одноэлементных Li-Ion и Li-pol аккумуляторных батарей приведены в таблице 2.

Схема включения микросхемы LTC4054 для заряда одноэлементной аккумуляторной батареи приведена на рис. 1.

Особенности LTC4054:

- температурное регулирование тока заряда (предотвращает перенапряжение);
- программируемый ток заряда (10–150 мА);
- контроль тока заряда аккумуляторной батареи;
- блокировка разряда при уменьшении напряжения ниже допустимого;
- автоматическая перезарядка;
- индикация наличия входного напряжения;
- индикация окончания заряда.

Схема включения микросхемы LTC4053 для заряда одноэлементной аккумуляторной батареи от сетевого адаптера или USB-порта приведена на рис. 2.

Особенности LTC4053:

- ток заряда от USB-порта 100 мА или 500 мА;
- ток заряда от сетевого адаптера до 1,25 А;
- имеется система теплового регулирования (ток заряда понижается, если предельная температура кристалла превышена);
- заряд осуществляется по времени.

Микросхемы для заряда многоэлементных Li-Ion и Li-pol аккумуляторных батарей приведены в таблице 3.

Схема включения микросхемы LTC4006 для заряда многоэлементной аккумуляторной батареи приведена на рис. 3.

Особенности LTC4006:

- программируемый ток заряда до 4 А;
- заряд до 4 элементов;
- диапазон входных напряжений 6–28 В;
- ограничение потребляемого при заряде тока от сетевого адаптера;
- частота переключения 300 кГц;

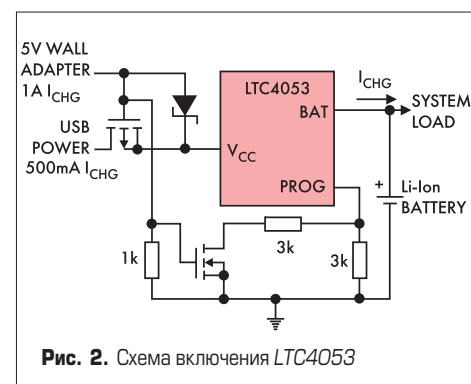


Рис. 2. Схема включения LTC4053

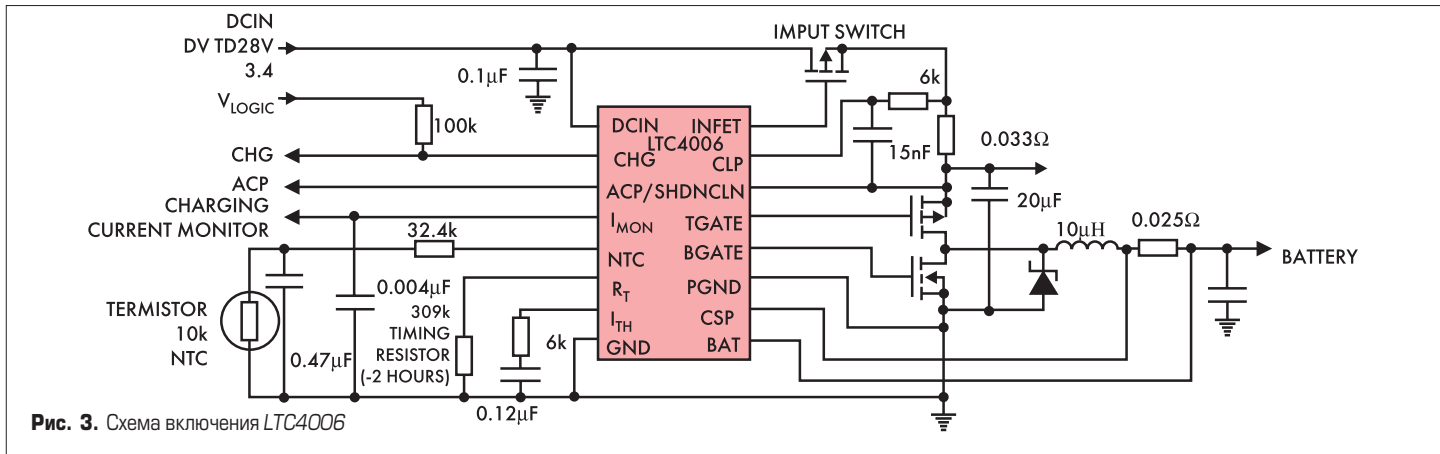


Рис. 3. Схема включения LTC4006

Таблица 3

Тип	Тип ЗУ	Ток заряда, А	Входное напряжение, В	Окончание заряда	Регулирующий элемент	Емк., мА·ч	Число элементов	Корпус
LTC1731	линейный	до 1	4,4...12	таймер	внешний	2500	1...2	MSOP-8
LTC1732	линейный	до 1	4,5...12	таймер	внешний	2500	1...2	MSOP-10
LT1510-5	ключевой	до 1	6,2...29	µС	внутренний	2500	1...4	SO-8, SO-16, SSOP-16
LT1571	ключевой	до 1,5	6,2...28	µС	внутренний	3000	1...4	SSOP-28
LT1511	ключевой	до 3	6...28	µС	внутренний	7500	1...4	SO-24
LTC4006	ключевой	до 4	6...28	таймер	внешний	10000	2...4	SSOP-16
LTC4007	ключевой	до 4	6...28	таймер, температура	внешний	10000	3...4	SSOP-24
LTC4008	ключевой	до 4	6...28	µС	внутренний	10000	2...6	SSOP-20

- встроенная система определения окончания заряда;
- автоматическая перезарядка при напряжении 3,9 В на один элемент.

Микросхемы для заряда многоэлементных Ni-Cd, Ni-MH и SLA аккумуляторных батарей приведены в таблице 4.

Таблица 4

Тип	Тип ЗУ	Ток заряда, А	Входное напряжение, В	Окончание заряда	Регулирующий элемент	Емкость, мА·ч	Число элементов	Корпус
LTC1734	линейный	0,2...0,7	4,55...8	µС	внешний	1700	4	SOT-23-6
LTC1734L	линейный	0,05...0,18	4,55...8	µС	внешний	450	4	SOT-23-6
LTC1731	линейный	до 1	4,5...12	µС	внешний	2500	6	MSOP-8
LTC1732	линейный	до 1	4,5...12	µС	внешний	2500	6	MSOP-10
LTC1510-5	ключевой	до 1	6,2...29	µС	внутренний	2500	18	SO-6, SO-16, SSOP-16
LTC4008	ключевой	до 4	6...28	µС	внешний	1700	16	SSOP-20

Схема включения микросхемы LTC4008 для заряда многоэлементной Ni-MH аккумуляторной батареи приведена на рис. 4.

Особенности LTC4008:

- используется для заряда любых типов аккумуляторных батарей;
- высокий КПД (до 96%);

- программируемый ток заряда до 4 А;
- диапазон входных напряжений 6–28 В;
- выходное напряжение 3–28 В;
- точность установки выходного напряжения ±0,8%;
- ограничение потребляемого при заряде тока от сетевого адаптера.

Особенности схемы включения:

- входной МОП-транзистор обеспечивает более высокую эффективность, чем диод;
- ограничение тока гарантирует, что сетевой адаптер не будет перегружен;
- окончание заряда определяется таймером, время работы которого устанавливается резистором;
- терморезистор определяет верхний и нижний предел изменения температуры, обеспечивая при этом безопасный режим заряда.

Таким образом, фирма Linear Technology выпускает микросхемы для заряда различных типов аккумуляторных батарей, имеющих различные номиналы напряжения, емкость и внутреннее сопротивление. Широкая номенклатура микросхем для заряда аккумуляторных батарей, имеющих достаточно развитую сервисную систему, позволяет использовать их для различных приложений. Это, прежде всего, портативная аппаратура различного функционального назначения.

Более подробную информацию об элементной базе фирмы Linear Technology можно получить на сайтах [www.linear.com](http://www.linear.com), [www.otkcm.ru](http://www.otkcm.ru).

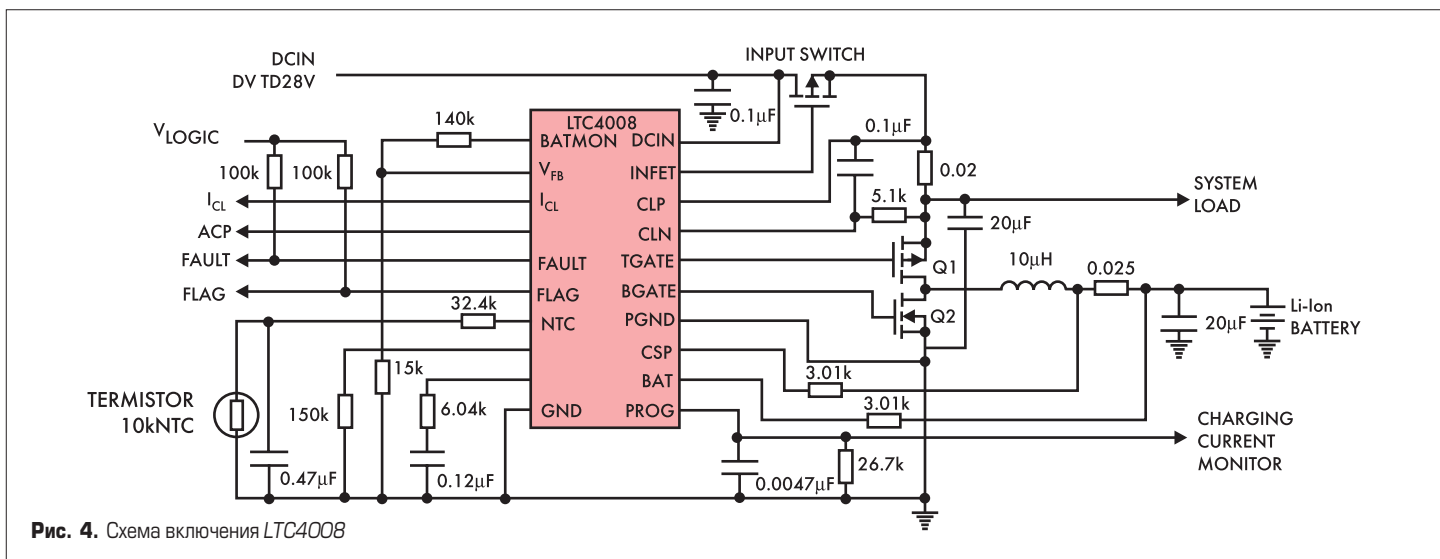


Рис. 4. Схема включения LTC4008