

# АЛГОРИТМ БЫСТРОЙ ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРОВ

Б. ГРИГОРЬЕВ, г. Москва

**Безопасная быстрая зарядка никель-кадмиевых и никель-металлгидридных аккумуляторов требует соблюдения определенных условий. В этой статье рассказано об алгоритме, который используется в специализированной микросхеме MAX713. Приведенная информация может быть полезна при изготовлении самодельных "интеллектуальных" зарядных устройств.**

Сегодня наиболее надежным методом определения момента полной зарядки никель-кадмиевых (Ni-Cd) и никель-металлгидридных (Ni-MH) аккумуляторов признан метод, при котором отслеживают изменение во времени напряжения на заряжаемом аккумуляторе. В его основе лежит тот факт, что напряжение на исправных Ni-Cd и Ni-MH аккумуляторах (независимо от их исходного состояния) в процессе зарядки достигает некоторого максимума, а затем несколько уменьшается. Установлено, что именно этот момент и соответствует полной зарядке. Таким образом, измеряя напряжение на аккумуляторе и обнаружив, что оно начало уменьшаться, можно прекращать зарядку.

Следует подчеркнуть, что в момент измерения зарядное устройство должно быть отключено от аккумулятора. Этот метод положен в основу работы специализированной микросхемы MAX713 фирмы MAXIM. На ее основе можно изготовить устройство, которое позволяет заряжать ток, численно равным 4С (С — емкость аккумулятора), батареи, содержащие до 16 Ni-Cd или Ni-MH аккумуляторов. Таким образом, батарею (или аккумулятор) можно зарядить всего за двадцать две минуты!

На рис. 1 приведена зависимость напряжения  $V$  на Ni-Cd аккумуляторе от времени  $t$  для режима зарядки током  $C$ , а на рис. 2 — током  $C/2$ . Эти данные получе-

ны в соответствии с алгоритмом зарядки, заложенным в микросхему MAX713 — прекращение зарядки при смене знака изменения напряжения на аккумуляторе. Зарядное устройство прекратило зарядку в момент  $t_{03}$ , когда уменьшение напряжения (по сравнению с максимумом) превысило некоторое значение. Графики  $T$  на этих рисунках иллюстрируют изменение температуры аккумулятора в процессе зарядки. Этот параметр также является объективным, и его можно использовать для определения момента прекращения зарядки. Но из-за неадекватности теплового контакта терморезистора с аккумулятором такой метод используют очень редко. Рис. 1 и 2 иллюстрируют процесс зарядки аккумуляторов, которые исходно были "нормально разряжены" (напряжение на аккумуляторе — не менее 0,9 В). Рис. 3 иллюстрирует попытку через 5 мин вновь зарядить свежезаряженный аккумулятор. Видно, что метод "работает" и в этом случае.

Из графиков, которые приведены на рис. 1—3, можно сделать один важный вывод — напряжение, соответствующее оптимальной зарядке, сильно зависит от зарядного тока и исходного состояния аккумулятора. А это означает, что зарядные устройства, прекращающие зарядку по достижению некоторого напряжения на аккумуляторе (их немало описано в радиолобительской литературе), в принципе, неспособны оптимально его зарядить. Не говоря уже о проблемах, которые может создать неисправный аккумулятор, напряжение на котором в процессе зарядки не достигает контрольного значения.

На рис. 4 показано изменение зарядного тока в процессе зарядки по описанной выше методике. Зарядка начинается в момент  $t_0$ , когда начинает проте-

кать зарядный ток  $I_{зар}$ . Через интервалы времени  $t_{01}$  —  $t_{02}$  зарядное устройство отключается на время  $t_{03}$ , когда происходит контрольное измерение текущего напряжения на аккумуляторе. В момент  $t_{03}$  зарядка прекращается, а точнее, устройство переводится в режим дозарядки током  $I_{03}$ , который аккумулятор может выдерживать длительное время без выхода из строя.

Естественно, возникает вопрос, как часто надо измерять напряжение на аккумуляторе и какой должна быть разрешающая способность вольтметра. Первый параметр зависит от тока зарядки. В микросхеме MAX713 его программируют косвенным образом. По выбранному току зарядки при программировании режима работы микросхемы устанавливается время, через которое она будет прекращена, независимо от того, начало или нет уменьшаться напряжение на аккумуляторе (см. статью "Интеллектуальное" зарядное устройство для Ni-Cd аккумуляторов" в "Радио" № 1 за 2001 г. на с. 72). Это обеспечивает безопасную работу зарядного устройства, даже если к нему будет подключен неисправный аккумулятор. При программировании времени зарядки автоматически устанавливаются оптимальный период контроля  $t_{01}$  и, кроме того, ток дозарядки  $I_{03}$ . Стандартные для микросхемы MAX713 значения времени зарядки  $t_{01}$  и зарядного тока  $I_{03}$  (в долях от емкости аккумулятора) и соответствующие им значения периода контроля  $t_{01}$  и тока дозарядки  $I_{03}$  (в долях от  $I_{зар}$ ) приведены в таблице.

Время  $t_{01}$  определяет цикл измерения используемого аналого-цифрового преобразователя (цифрового вольтметра). В микросхеме MAX713 оно составляет 5 мс.

Абсолютное значение уменьшения напряжения на аккумуляторе после достижения максимума небольшое — около

$t_{01}$ мин	$I_{зар}$	$t_{01}$ с	$I_{03}$
264	C/4	168	1/8
180	C/3	168	1/8
132	C/2	84	1/16
90	C/1,5	84	1/16
66	C	42	1/32
45	1,5C	42	1/32
32	2C	21	1/64
22	4C	21	1/64

10 мВ (здесь и далее все значения приведены на один аккумулятор). Это определяет требования к разрешающей способности аналого-цифрового преобразователя. В микросхеме MAX713 прекращение зарядки происходит, как только напряжение уменьшится на 2,5 мВ.

Производить быструю зарядку сильно разряженным аккумулятором опасно, поэтому в микросхеме предусмотрена соответствующая защита. Если напряжение на аккумуляторе меньше 0,4 В, то режим быстрой зарядки не включается, а идет предварительная зарядка слабым током. Как только напряжение возрастет до безопасного значения, устройство перейдет в режим быстрой зарядки. Есть в микросхеме и еще одна защита. Если напряжение на заряжаемом аккумуляторе превысит 1,65 В, то зарядка прекращается независимо от установленных параметров.

Подробную информацию о микросхеме MAX713 можно найти на сайте фирмы-производителя <<http://www.maxim-ic.com>>. ■

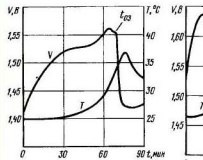


Рис. 1

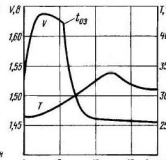


Рис. 3

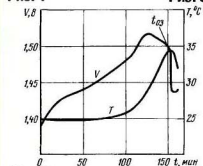


Рис. 2

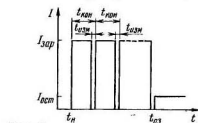


Рис. 4