

Зарядно-разрядные вольт-амперные характеристики аккумуляторов

Выравнивание напряжений в последовательной группе

В статье впервые представлены полные вольт-амперные характеристики (ВАХ) аккумуляторов. Уже из вида характеристик следует, что они должны быть составной частью сопроводительной документации, необходимой разработчикам аппаратуры, в состав которой входят аккумуляторы.

Юрий Черкашин

cheryury@mtu-net.ru

Известны разрядные и линейно аппроксимированные зарядные характеристики аккумуляторов. Они показывают изменение напряжения на аккумуляторе во времени при параметре «приведенный ток аккумулятора». Они не являются вольт-амперными (ВАХ). ВАХ должны быть предоставлены разработчикам электрических схем, равным образом как и характеристики диодов, транзисторов и других нелинейных элементов.

Мы рассмотрим реально снятые зарядные ВАХ и совместим их с разрядными, то есть получим полную ВАХ (сквозную). В связи с тем, что характеристики аккумуляторов меняют свой вид в зависимости от степени зарядки аккумулятора, возникает поле характеристик.

Для испытания были взяты четыре свинцово-кислотных аккумулятора технологии «dryfit» серии А400 фирмы Sonnenschein, емкостью по 120 А·ч.

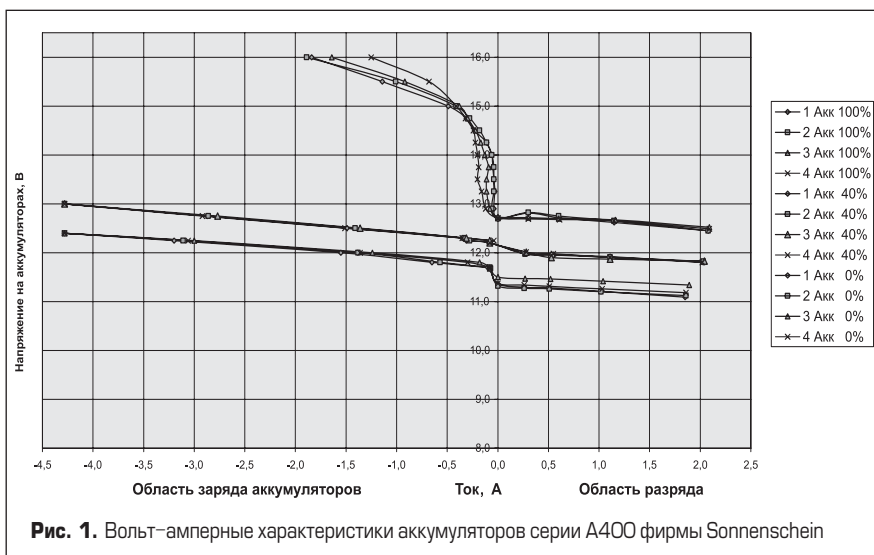
Приведем условия снятия характеристик. Будем считать, что аккумулятор полностью заряжен, если

напряжение холостого хода на его зажимах составляет 12,7 В (2,12 В на один элемент). Разрядную ВАХ снимаем, подключая к аккумулятору резисторы, например 12 Ом (>12 Вт), 6 Ом (>24 Вт), 4 Ом (>36 Вт) и т. д. После каждого переключения нужно выждать 3–10 мин., пока ток перестанет меняться, и записать его значение. Зарядную ВАХ заряженного аккумулятора снимаем с помощью источника питания со стабилизацией тока. Здесь также требуется пауза для установления тока.

Если подключить к аккумулятору резистор 2,1 Ом на 10 часов, то аккумулятор разрядится на 60 А·ч, то есть при его номинальной емкости, например, 120 А·ч, — на 50%. Для снятия зарядных характеристик, кроме характеристик полностью заряженного аккумулятора, достаточно иметь источник с установкой и стабилизацией напряжения. Разрядив аккумулятор на 100%, получим последнюю группу характеристик. Характеристики частично заряженных аккумуляторов имеют предполагаемый вид (рис. 1).

Характеристики полностью заряженных аккумуляторов имеют яркие особенности: у полностью заряженных 12 В аккумуляторов зарядная часть характеристики имеет резкий подъем на 1–2 В при токе $-(0,1-0,3)$ А (вблизи оси ординат). Разброс тока подзаряда 0,1–0,35 А для отдельных экземпляров аккумуляторов регламентируется фирмами-изготовителями. Очевидно и обратное: появление резкого подъема ВАХ свидетельствует о зарядности аккумулятора и, видимо, может быть использовано при создании диагностических приборов.

Из рассмотрения характеристик полностью заряженного аккумулятора следует очень важный вывод: требование фирм, производящих аккумуляторы, поддерживать напряжение 13,6 В на отдельных аккумуляторах при последовательном включении нескольких штук в дежурном режиме (в источниках бесперебойного питания) с точностью от $-0,1$ до $+0,2$ В невыполнимо! При последовательном включении аккумуляторов ток для всех аккумуляторов одинаков. Прямая, параллельная оси ординат, проведенная через точку $-(0,1-0,3)$ А,



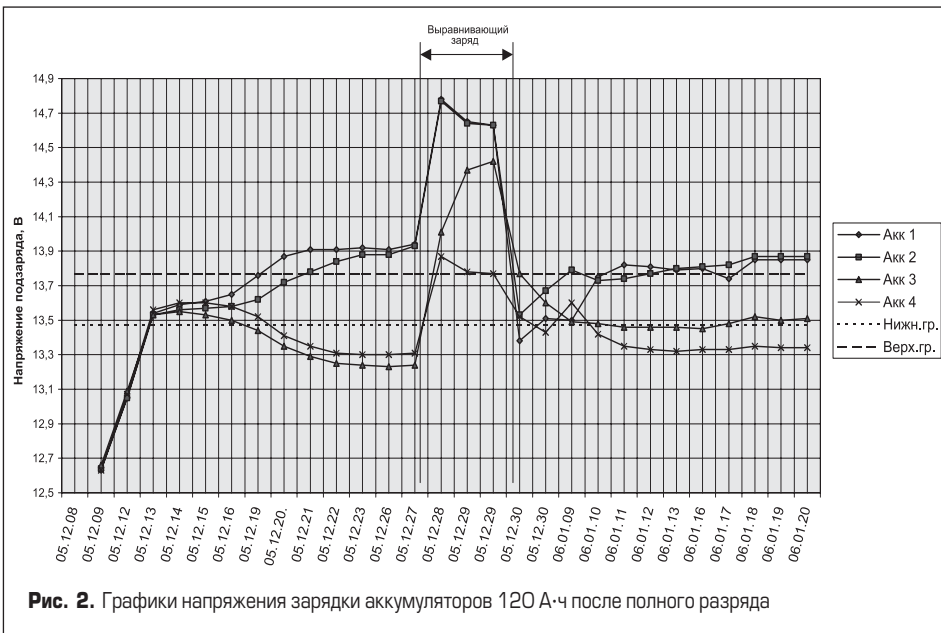


Рис. 2. Графики напряжения зарядки аккумуляторов 120 А·ч после полного разряда

определяет разброс напряжений на аккумуляторах 12,8–14,5 В, и отклонение окажется больше интервала от -0,1 до +0,2 В.

На графиках (рис. 2) видно, как после достижения напряжения зарядки напряжение на отдельных блоках аккумуляторов начинает расходиться. По горизонтальной оси отложены дни зарядки аккумуляторов.

Ошибочно также предложение фирм проводить «выравнивающий заряд» при напряжении 14,4 В. Если аккумуляторы заряжены, то при значении напряжения «выравнивающего заряда» 14,4 В они просто не берут ток.

После отключения источника повышенного напряжения аккумуляторы сохраняют свои неравные напряжения (рис. 2).

Существуют указания разработчиков аккумуляторов, что при отклонении дежурного напряжения на ±0,2 В срок службы аккумуляторов сокращается примерно в два раза. Это очень острая зависимость срока службы аккумуляторов от уровня напряжения зарядки. Опять же требуется знание ВАХ.

Очевидно, встает вопрос о необходимости принудительного выравнивания напряжений на аккумуляторах в последовательной груп-



Рис. 3. Функциональная схема устройства для выравнивания напряжений на аккумуляторах в последовательной группе

пе. Простейшим устройством, решающим эту задачу, является резистивный делитель с большим током >0,3–0,5 А. Точность деления и точность резисторов должна быть лучше $(0,1-0,2)/13,6 \approx 1\%$. Такой делитель должен отключаться от аккумуляторов при прекращении зарядки, то есть при снижении напряжения на аккумуляторе с 13,6 до 13 В. Схема такого устройства приведена на рис. 3.

Опыт показывает, что напряжения на аккумуляторах выравниваются (с точностью от -0,1 до +0,2) в течение 1–2 недель. Могут быть предложены «активные» устройства с транзисторами, микросхемами и т. п. Во всех случаях ток вспомогательной цепи должен находиться в пределах 0,3–0,4 А. При рассмотрении характеристик становится ясно, что, если бы требование удерживать заданное отклонение напряжения ставилось при уровне среднего напряжения 13 В, оно было бы выполнимым без подключения вспомогательных цепей (рис. 1).