

Что показывает амперметр?

А. ЛАВРЕНОВ, г. Иркутск

Когда заряжают аккумулятор (или аккумуляторную батарею), зарядный ток устанавливают по показаниям амперметра. А что он показывает?

Электрохимические процессы в аккумуляторе протекают на поверхности его пластин, находящихся в электролите. Для увеличения емкости аккумулятора пластины выполняют пористыми. В толще пластины, в ее порах, перемешивание электролита происходит значительно медленнее, чем на ее поверхности и в прилегающем слое электролита.

Подадим напряжение, падающее на измерительном резисторе R2, на вход Y осциллографа (скорость развертки — 2 мс/дел., чувствительность — 0,2 В/дел.) и снимем ряд осциллограмм при значениях тока 1, 2 и 3 А, устанавливаемых по амперметру ТЛ-4.

Осциллограммы (рис. 2, а, б и в соответственно) сильно напоминают по форме напряжение на выходе однополупериодного выпрямителя, хотя каждая "полусинусоида" несколько искажена: ее вершина приплюснута сверху и на-

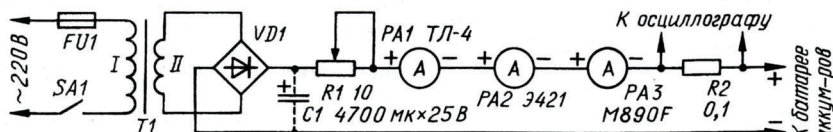


Рис. 1

Замечено, что чем больше зарядный ток, тем интенсивнее происходят нежелательные процессы в толще пластин, т. е. старение аккумулятора. Поэтому зарядный ток ограничивают, находя компромисс между быстротой зарядки и интенсивностью старения аккумулятора от большого тока. Общепринято заряжать свинцовые стартерные батареи аккумуляторов током, численно равным в амперах одной десятой емкости в ампер-часах. А инструкция по эксплуатации этих батарей [1] рекомендует, например, для батареи 6СТ55 ток зарядки и того меньше — 2,75 А, т. е. 0,05 емкости.

Много лет зарядные устройства изготавливают по одной структурной схеме: сетевой трансформатор—двуполупериодный выпрямитель (иногда мостовой)—реостат—амперметр. Добавим в зарядную цепь устройства измерительный резистор сопротивлением 0,1 Ом, а вместо одного амперметра включим последовательно три — магнитоэлектрический (авометр ТЛ-4), электромагнитный Э421 и мультиметр М890F (см. схему на рис. 1). Авометр и мультиметр установим на измерение постоянного тока.

Подключим к зарядному устройству аккумуляторную батарею и по магнитоэлектрическому амперметру PA1 установим реостатом R1 зарядный ток 1,9 А. Кому-то покажется странным, но при этом электромагнитный амперметр PA2 покажет 2,7 А, а электронный PA3 — 1,87 А. Все приборы проверены и при измерении постоянного тока давали одинаковые показания.

Незначительная разница в показаниях амперметров PA1 и PA3 объясняется только естественной погрешностью приборов, а вот причина существенного отличия показаний амперметра PA2 в том, что ток в цепи сильно отличается от постоянного. Известно, что амперметр электромагнитной системы измеряет эффективное значение переменного тока, а магнитоэлектрический и электронный — среднее. Именно среднее значение зарядного тока определяет электрический заряд, передаваемый аккумуляторной батарее.

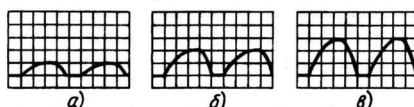


Рис. 2

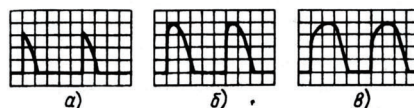


Рис. 3

клонена вправо. Зарядный ток возникает в момент, когда напряжение на выходе выпрямителя превышает ЭДС заряжаемой батареи, при этом электрохимические процессы имеют нелинейный характер. Подключение к выходу выпрямителя сглаживающего конденсатора C1 емкостью 4700 мкФ форму зарядного тока практически не изменило.

А вот и самое интересное: эти "полусинусоиды" на осциллограмме рис. 2, б, например, имеют высоту в точке максимума два деления шкалы осциллографа, а это соответствует 4 А. Вы помните, что показывали амперметры?

Давайте теперь поэкспериментируем с зарядным устройством на тринисторе. Такие устройства привлекательны тем, что благодаря отсутствию громоздкого мощного реостата малогабаритны, имеют значительно более высокий КПД и надежность. Для эксперимента я выбрал устройство, описанное в [2]. Напряжение вторичной обмотки — 27 В эфф., амперметр оставил один — ТЛ-4, измерительный резистор сопротивлением 0,1 Ом тот же.

Осциллограмма на рис. 3, а соответствует показаниям амперметра 1 А; амплитуда тока достигает 3,2 деления шкалы осциллографа — 6,4 А. Осциллограммы рис. 3, б и 3, в — при показаниях амперметра также 2 и 3 А. Кривые 2, в и 3, в близки между собой по амплитуде, так как трансформатор использовался один и тот же, реостат в положении, когда сопротивление почти минимально, и тринистор открыт почти весь полупериод.

Я проводил эти опыты с целью рассказать радиолюбителям и автомобилистам, что при использовании сетевых зарядных устройств через аккумуляторную батарею протекает пульсирующий ток с пиковым значением, в 2...4 раза большим, чем показывают амперметры. Поэтому зарядный ток необходимо устанавливать только по амперметру, показывающему среднее значение тока, например, магнитоэлектрическому.

Согласно Инструкции прекращать зарядку следует после того, как в течение трех часов интенсивного "кипения" плотность электролита и напряжение на выводах батареи будут оставаться постоянными. И не надо пугаться, когда напряжение достигнет 2,7 В на один элемент. Это происходит вследствие того, что отрицательные пластины покрыты положительными ионами водорода, возникает дополнительная разность потенциалов, достигающая 0,33 В. Она исчезнет через 2...3 ч после отключения зарядного устройства.

Зарядкой "асимметричным" током [3] мне не удалось заметно увеличить емкость ни у одной из десятка послуживших батарей. Это дает повод поставить под сомнение целесообразность такого метода зарядки.

Имея точный вольтметр, ареометром можно не пользоваться, а плотность электролита вычислять по эмпирической формуле: $\gamma = E_1 - 0,84$, где E_1 — ЭДС аккумулятора (одного элемента); γ — плотность электролита, приведенная к температуре 15 °С.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батареи аккумуляторные свинцовые стартерные необслуживаемые. Инструкция по эксплуатации ЖУИЦ. 563410.003.ИЭ. 1989 г.
2. Воевода В. Простое тринисторное зарядное устройство. — Радио, 2001, № 11, с. 35.
3. Зудов А. Зарядное устройство. — Радио, 1979, № 3, с. 44.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин