

Р.А. СИМОНЯН, О.А. МАРТИРОСЯН

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЕМКОСТИ В  
АМПЕР-ЧАСАХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЕК

Описано устройство для измерения емкости в ампер-часах как во время заряда от источника тока, так и во время разряда в режиме стабильного тока.

**Ключевые слова:** аккумуляторная батарея, ампер-час, напряжение, заряд, разряд.

Во время эксплуатации аккумуляторных батарей (АБ) происходит окисление решеток и разрыхление активной массы, особенно положительных пластин. Изменение объема активной массы при заряде и разряде батарей вызывает отслаивание массы от решеток. Кроме того, к ускоренному разрушению пластин приводит длительный перезаряд батарей, замерзание воды в электролите, короткое замыкание электродов батарей, длительная работа при повышенных значениях тока нагрузки, повышенная плотность и температура электролита, применение недистиллированной воды или химически нечистого электролита [1].

Разрушение пластин, в свою очередь, вызывает уменьшение ёмкости батарей, увеличение внутреннего сопротивления и, в конечном итоге, короткое замыкание разноимённых пластин, что означает выход из строя АБ.

Очевидно, что на любом этапе эксплуатации для контроля состояния АБ существенное значение имеет точное измерение ёмкости, что фактически является главным качественным показателем АБ.

Согласно Госстандарту, ёмкость АБ во время разряда определяется установкой полностью заряженного аккумулятора в специальный режим разряда. При этом необходимо поддерживать разрядный ток постоянным и непрерывным при нормальном температурном режиме (20(С). В этом случае длительность процесса разряда может достигнуть 10 час [2]. Таким образом, измерение количества ампер-часов во время заряда и разряда является трудоёмкой работой.

В данной статье описано устройство для измерения ёмкости в ампер-часах как во время заряда от источника тока, так и во время разряда в режиме стабильного тока.

В режиме заряда устройство (см. рис.) работает следующим образом: аккумуляторная батарея подключается к клеммам К1 и К2, переключатель П1 устанавливается в положение 1. При этом клемма К1 через первую группу контактов соединяется с выходом источника тока заряда 1 и одновременно с входом выключателя зарядного режима 5. Ток заряда, проходя через резистор  $R_{ш}$ , на его концах создаёт напряжение, пропорциональное току через него. Это напряжение усиливается и фильтруется от пульсации посредством усилителя – фильтра 4. Выход усилителя – фильтра 4 соединён через вторую группу контактов переключателя П1 со входом стабилизатора тока

заряда, а также со входом измерителя ампер-часов. Измеритель ампер-часов заряда и разряда состоит из преобразователя напряжение - частота 9, счётчика импульсов 12, цифро-аналогового преобразователя 15 и вольтметра постоянного тока 17. Во время процесса заряда выходное напряжение усилителя - фильтра 4 подключается к входу преобразователя напряжение - частота 9, а выходные импульсы преобразователя 9 вводятся в счётчик импульсов 12. Очевидно, что количество ампер-часов, полученных от источника тока 1 АБ, будет пропорциональным вводимому в счётчик количеству импульсов. Для удобства эксплуатации информация о количестве импульсов в счётчике 12 преобразуется в аналоговый сигнал цифро - аналоговым преобразователем 15 и измеряется магнитоэлектрическим измерителем постоянного тока 17.

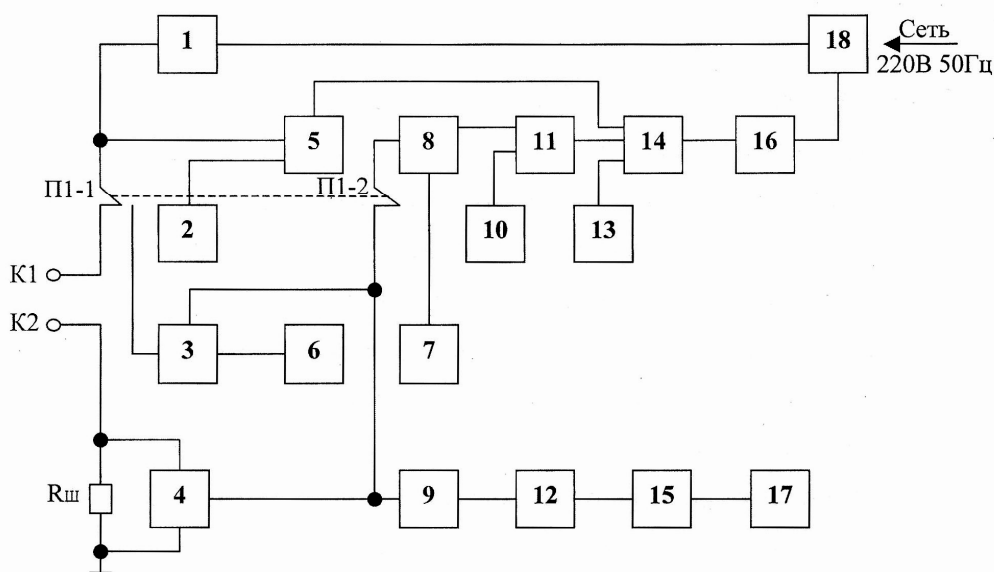


Рис.

Для стабилизации тока во время заряда один из входов дифференциального усилителя 8 соединён с выходом усилителя - фильтра 4, а второй - с выходом источника напряжения 7, имеющего цифровое управление. Усиленная разность напряжения с выхода усилителя 8 подаётся к одному из входов компаратора 11, ко второму входу подаётся выходное напряжение пилообразной формы с генератора 10, при этом частота пилообразного напряжения берётся удвоенной величины от сетевой частоты и строго синфазна с сетевым напряжением. Таким образом, на выходе компаратора 11 имеется широтно-импульсное модулированное напряжение, которое управляет углом открытия симистора при помощи симисторно-трансформаторного узла 18. При большом значении тока заряда симистор открывается под малым углом и пропускает почти весь полупериод. Если ток заряда аккумулятора больше заранее установленного значения, определяемого выходным напряжением источника 7, то соответственно угол открытия симистора увеличивается, а ток уменьшается. Для гальванической развязки силовой части с симистором от блока

управления использован высокочастотный трансформатор. Так как необходимо, с одной стороны, модулировать высокочастотное напряжение широтными импульсами, а с другой – управлять включением (выключением) процесса заряда, использован трёхходовый логический умножитель 14, к первому входу которого поступает напряжение выхода генератора высокой частоты 13, ко второму – широтно-импульсное модулированное напряжение выхода компаратора 11, а к третьему – напряжение включения или выключения процесса заряда. Выходные импульсы логического умножителя 14 после усиления усилителем мощности 16 поступают на вход блока 18 для управления симистором через трансформатор.

Заряд аккумуляторных батареек сопровождается ростом напряжения на клеммах с тем, чтобы после полного заряда своевременно остановить процесс. К одному из входов второго компаратора 5 подаётся напряжение АБ через переключатель П 1 – 1, а ко второму – выходное напряжение источника напряжения 2. Таким образом, если напряжение на клеммах аккумулятора становится больше напряжения, определяемого источником 2, то на выходе компаратора 5 получается состояние логического нуля. В результате на выходе блока 14 устанавливается нулевое состояние, и процесс заряда прекращается. Во избежание колебательных процессов во время отключения компаратор 5 обладает гистерезисом.

Для определения количества полученных нагрузкой ампер-часов во время разряда аккумулятора переключатель П1 устанавливается в положение 2. В этом случае зажим К1 соединяется с одним входом стабилизатора тока 3. Второй вход соединён с выходом источника напряжения с цифровым управлением 7. При этом ток разряда определяется величиной напряжения источника 7. Ток, проходя через резистор R, создаёт напряжение, пропорциональное току через резистор, который усиливается и фильтруется усилителем 4. Это напряжение, будучи пропорциональным величине разрядного тока, проходя через блоки 9,12 и 15, преобразуется в напряжение, величина которого пропорциональна величине разрядных ампер-часов точно так же, как во время заряда, и измеряется вольтметром постоянного тока 17. Если из-за разряда напряжение на клеммах АБ становится меньше напряжения, обусловленного входным напряжением блока 6, подаваемым к третьему входу блока разряда, то блок разряда 3 переходит в пассивное состояние, и процесс разряда прекращается, а вольтметр 17 показывает величину ампер-часов, полученных нагрузкой до прекращения процесса. В этом положении прибор практически не потребляет ток, и процесс разряда завершается.

Разработанный прибор имеет следующие технические параметры: диапазон измерения ёмкости – 0,1...200 *ампер-час*; допустимая погрешность измерения  $\leq 1,5 \%$ ; величина стабилизированного тока в режиме заряда или разряда – 0...10 А; допустимая погрешность стабилизации –  $\leq 1\%$ ; дискретность установки тока заряда или разряда – 0,1 А; допустимая погрешность установки напряжения отключения режима заряда или разряда –  $\leq 20$  мВ; разрядность индикации измеряемого параметра – 3,5.

Таким образом, разработанный измеритель позволяет в автоматическом режиме проводить точное измерение ёмкости в ампер-часах как во время заряда, так и в режиме разряда, что имеет существенное значение для объективной оценки качества аккумуляторов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимофеев Ю.Л., Ильин Н.М. Электрооборудование автомобиля, неисправности и техническое обслуживание. - М.: Транспорт, 1981.-140 с.
2. Романов В.В., Хашев Ю.М. Химические источники тока. - М.: Сов. радио, 1968. - 378 с.

ИРФЭ НАН РА.

Материал поступил в редакцию 10.02.2001.

**Ռ.Հ. ՄԻՄՈՆՅԱՆ, Օ.Ա. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ**

**ԱՎՈՒՄՈՒՅԱՏՈՐԱՅԻՆ ՄԱՐՏԿՈՑՆԵՐԻ ՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ԱՄՊԵՐ-ԺԱՄԵՐԻ ՉԱՓՈՂ ՄԱՐՔ**

Նկարագրված է ակումուլյատորային մարտկոցների ունակության ամպեր-ժամերի ճշգրիտ չափող սարք: Չափումը կատարվում է կայունացված հոսանքի ռեժիմում ակումուլյատորային մարտկոցների ինչպես լիցքավորման, այնպես էլ լիցքաթափման դեպքում:

**R.H. SIMONYAN, O.A. MARTIROSSYAN**

**THE EQUIPMENT FOR MEASURING THE CAPACITY ON AMPER /HOURS FOR RECHARGEABLE BATTERIES**

The precision equipment for measuring the capacity on Amper/hours for rechargeable batteries is described. The equipment conducts the measurement on Amper/hours in stabilized current in case of both charging and recharging regimes.