

Р.А. СИМОНЯН, Э.Г. ВЕЗИРЯН

УНИВЕРСАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Разработано универсальное устройство для измерения напряжения на клеммах аккумуляторных батарей (АБ), ее внутреннего сопротивления, а также проводимости доливаемой в аккумулятор воды, которое способствует продлению срока службы АБ и их безотказной работе.

Ключевые слова: аккумуляторная батарея, внутреннее сопротивление, постоянный и переменный токи, четырехпроводная система.

Для обеспечения безотказной работы аккумуляторных батарей (АБ) и продления их срока службы необходим надлежащий уход во время эксплуатации во избежание перезаряда и глубокого разряда. Важное значение также имеет соблюдение степени чистоты дистиллированной воды, доливаемой в аккумулятор, и быстрое определение качества и состояния аккумуляторных батарей.

Состояние аккумуляторов и степень их заряженности можно определить измерением внутреннего сопротивления [1]. При этом нет сведений о разработках относительно применения измерителей внутреннего сопротивления, неизвестны также специализированные приборы, определяющие пригодность воды, доливаемой в АБ.

Описанным в данной работе прибором можно измерять внутреннее сопротивление аккумуляторов, проводимость дистиллированной воды, тем самым, следить за состоянием АБ, определять пригодность дистиллированной воды.

Учитывая зависимость основных параметров от температуры, а также с целью достоверности измерений в прибор вмонтирован электронный термометр. Внутреннее сопротивление образуется из сопротивлений электродов, проводимости электролита, переходного сопротивления электрод-электролит, а также сопротивления поляризации [1]. Любая неисправность аккумуляторов, связанная с пластинами электродов или с качеством электролита, приводит к изменению внутреннего сопротивления. Следовательно, для объективной оценки качества аккумуляторов целесообразно его точное измерение.

Существуют два способа измерения внутреннего сопротивления:

- на постоянном токе;
- на переменном токе.

При постоянном токе трудно стабилизировать большие токи измерения, вызывающие заметное падение напряжения, что приводит к ухудшению точности измерения. При измерении на переменном токе возникают проблемы, связанные с чрезвычайно малым значением внутреннего сопротивления АБ.

В настоящей работе предлагается применять импульсный ток относительно малой величины и высокочувствительную схему выделения сигнала согласно [2]. В последнем обеспечивается:

а) возможность измерения малых значений внутреннего сопротивления источников питания;

б) измерения проводятся при разряде АБ, следовательно, величина измеряемого сопротивления информативна с точки зрения оценки пульсации напряжения при рабочем режиме;

в) измерения проводятся при сравнительно малых значениях разрядного тока (в порядке 1% от номинальной величины ампер-часа аккумулятора). Этим упрощается конструкция используемых клемм и техника их крепления.

На рис. 1 приведена структурная схема измерителя внутреннего сопротивления.

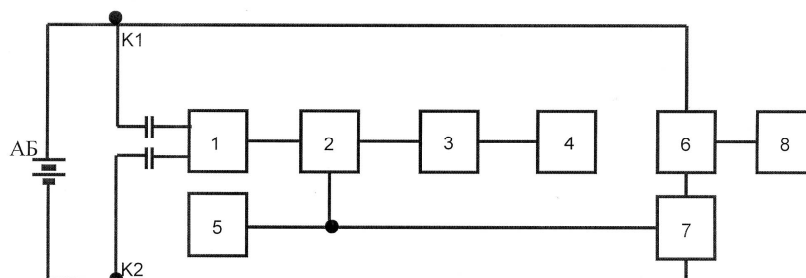


Рис. 1

При этом применена четырехпроводная система измерения. По двум проводам пропускается стабилизированный импульсный ток разряда, а двумя другими проводами измеряется напряжение на клеммах, обусловленное проходящим током и внутренним сопротивлением. Это напряжение подаётся на вход дифференциального усилителя переменного тока 1. Усиленный сигнал прямоугольной формы поступает на вход синхронного детектора и фильтра (СДФ), который управляется прямоугольными импульсами генератора 5. Постоянное напряжение с выхода СДФ 2 подаётся на вход низкочастотного фильтра 3 для фильтрации коммутационных помех, связанных с работой ключей блока 2. Выходное постоянное напряжение фильтра 3 подаётся на вход цифрового вольтметра 4. В цепи разряда АБ имеются стабилизатор разрядного тока 6 и токовый ключ 7, который тоже управляется генератором 5. Величина стабилизированного разрядного тока определяется уровнем выхода источника напряжения 8. При периодическом разряде АБ импульсами стабилизированного тока на её клеммах образуется пульсирующее напряжение с амплитудой ΔU , которое равно

$$\Delta U = R_{\text{вн}} I,$$

где I – величина стабилизированного тока; $R_{\text{вн}}$ – внутреннее сопротивление аккумулятора.

Это напряжение, проходя через узлы 1, 2, 3, соответственно усиливается, выпрямляется, фильтруется и подаётся на вход вольтметра 4. На входе вольтметра имеется напряжение

$$U = \Delta U \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = R_{\text{вн}} \cdot I \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где K_1, K_2, K_3 – коэффициенты передачи соответственно дифференциального усилителя 1, фазового детектора 2 и низкочастотного фильтра 3. При $I = \text{const}$ напряжение на выходе фильтра 3 будет $U = KR_{\text{вн}}$, где

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot I.$$

Таким образом, напряжение на входе вольтметра постоянного тока 4 пропорционально внутреннему сопротивлению аккумулятора. Четырёхпроводная измерительная система исключает влияние сопротивления токонесущих проводов на точность измерений, а применение дифференциального усилителя переменного тока приводит к снижению влияния входных синфазных помех на точность измерения.

Для точного измерения проводимости воды применён патент РФ [3]. Устройство по [3] обеспечивает большую точность измерения, устойчивость к электромагнитным помехам, широкий диапазон измерения.

Разработанный измеритель имеет упрощённую схему (рис. 2) и работает следующим образом. С генератора 1 стабилизированное синусоидальное напряжение подаётся на измерительную ячейку 2 и на вход формирователя из синусоидального в прямоугольные импульсы 4. Ток, проходящий через измерительную ячейку 2, создаёт падение напряжения на сопротивление R , которое усиливается усилителем 3. После синхронного детектора и фильтра 5 напряжение постоянного тока фильтруется от коммутационных помех НЧ фильтром 6 и подаётся на вольтметр постоянного тока 7. Зависимость напряжения на сопротивление R от проводимости выражается формулой

$$U = \frac{U_2 \cdot R}{R_g \left(1 + \frac{R}{R_{\text{вх}}}\right) + R_i \left(1 + \frac{R}{R_i}\right) + R},$$

где U_2 – выходное синусоидальное напряжение генератора; R_g и $R_{\text{вх}}$ – выходное сопротивление генератора 1 и входное сопротивление усилителя 3 соответственно.

Очевидно, что условия $\frac{R}{R_{\text{вх}}} \ll 1$ и $R_g \ll R_i \ll R_{\text{вх}}$ всегда можно обеспечить, применяя современные операционные усилители с полевыми транзисторами на входе.

После упрощения формула напряжения будет иметь следующий вид:

$$U = U_2 R / R_{\text{вх}}.$$

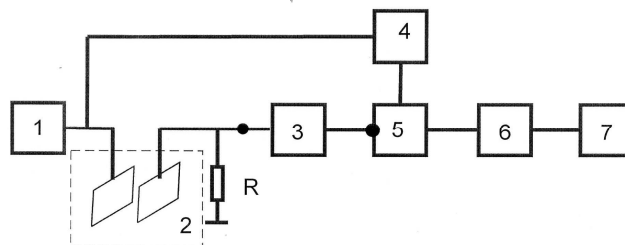


Рис. 2

Если выходное напряжение генератора 1 стабилизировано, то напряжение на сопротивлении R пропорционально проводимости воды, находящейся в измерительной ячейке, то есть

$$U = KG,$$

где

$$K = K_i U_2 R ;$$

K_i – коэффициент, зависящий от геометрических размеров ячейки.

Так как напряжение на сопротивлении R усиливается, выпрямляется и фильтруется соответствующими каскадами с линейными характеристиками передачи, поступающее на вход вольтметра напряжение постоянного тока пропорционально проводимости жидкости, находящейся в измерительной ячейке.

В основе вмонтированного в прибор термометра лежит описанный в [3] цифровой термометр. В нём в качестве термодатчика применяется п/п прямосмещённый р-п переход. Ток, проходящий через прямосмещённый переход, стабилизируется и модулируется, что приводит к повышению точности измерения. Термометр, помимо точности, обеспечивает также высокую чувствительность, широкий диапазон измерения и быстродействие.

Параметры разработанного прибора:

Внутреннее сопротивление:

диапазон измерений при токе 1А	$10^{-6} - 1 \text{ Ом}$
допустимая ошибка измерения	$\leq 1,5\%$

Проводимость:

диапазон измерений	$10^{-8} - 10^{-5} \text{ СИМ}$
допустимая ошибка измерения	$\leq 1,5\%$

Термометр:

диапазон измерений	$-100^\circ \text{C} \div 100^\circ \text{C}$
допустимая ошибка измерения	$\pm 0,5^\circ \text{C}$
дискретность измерения	$0,1^\circ \text{C}$

Быстродействие:

в жидкости не более	10 с
в воздухе не более	100 с

Размеры датчика:

диаметр	4 мм
длина	15 см

Измерения производятся 31/2 - разрядным цифровым вольтметром.

Таким образом, использование разработанного прибора при измерении напряжения на клеммах АБ, её внутреннего сопротивления, а также проводимости доливаемой в аккумулятор воды способствует продлению срока службы АБ и их безотказности при работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Романов В.В., Хашев Ю.М.** Химические источники тока.- М.:Сов. радио,1968. - 378 с.
2. А. с. СССР №1597802 G01R 31/28. Устройство для измерения параметров источников питания / **Р.А. Симонян, С.А. Шашикян.**
3. Патент РФ №2024885. Устройство для измерения проводимости / **Р.А. Симонян, А.С. Аванесян, Х.В. Григорян.** – Оpubл. 09.08.1990.
4. А.с. СССР №1557458, G07K7100, 7/24. Устройство для измерения температуры / **Р. А. Симонян, Э. Г.Везирян.**

Ин-т радиопизики и электроники НАН РА. Материал поступил в редакцию 10.02.2003.

Ռ.Հ. ՄԻՄՈՆՅԱՆ, Է.Գ. ՎԵԶԻՐՅԱՆ

ԱՎՈՒՄՈՒԼՅԱՏՈՐԱՅԻՆ ՄԱՐՏԿՈՑՆԵՐԻ ՄՂԱՍԱՐԿՄԱՆ ՍԱՐՔ

Նկարագրված է ակումուլյատորային մարտկոցների սպասարկման համար նախատեսված սարքը, բերված են նրա կառուցվածքային սխեման և հիմնական պարամետրերը: Սարքը ճշտությամբ չափում է ներքին դիմադրությունը, լարումը, ջերմաստիճանը և էլեկտրոլիտ պատրաստելիս օգտագործվող ջրի մաքրության աստիճանը՝ ըստ նրա հաղորդականության:

R. A. SIMONYAN, E.G. VEZIRYAN

MULTIPURPOSE DEVICE FOR SUPPORTING ACCUMULATOR BATTERIES

A multipurpose device for measuring the voltage on the terminals of accumulator batteries (AB), their internal resistance, as well as conductivity of water poured into the accumulator enabling to prolong AB durability and their reliable operation is developed.