



УДК 621.317.311, 621.317.321, 621.317.335.2, 621.317.39

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

*И.Г. Балабан, i.balaban@inbox.ru, А.Л. Балабан, ulapm20@mail.ru,
Ю.В. Юфанова, yfanova@yandex.ru*

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова,
г. Новочеркасск

В статье предложено устройство контроля параметров химических источников тока, таких как ёмкость, разрядный ток, напряжение, температура блока элементов. Применение бесконтактного метода измерения тока, в основе которого лежит эффект Холла, позволяет измерять токи величиной до 120 А, а также гальванически развязать цепи источника тока и устройства контроля. Диапазон измерения напряжения: от 0 до +40 В, диапазон измерения температуры: от 0 до +100°C. Ёмкость вычисляется с помощью математического инструментария микроконтроллера. Полученные данные передаются в систему верхнего уровня, а также отображаются на дисплее пульта управления.

Ключевые слова: химический источник тока, бесконтактное измерение, разрядный ток, датчик тока, преобразователь Холла, гальваническая развязка, ёмкость, напряжение, температура блока элементов.

DEVICE FOR CONTROL OF PARAMETERS CHEMICAL CURRENT SOURCES

I.G. Balaban, A.L. Balaban, Yu.V. Yufanova

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk

The article describes a device for control the parameters of chemical current sources, such as capacity, discharge current, voltage and temperature of the block of elements. The use of a non-contact current measurement method, which is based on the Hall effect, makes it possible to measure currents up to 120 A and galvanically decouple the current source circuit and the control device. Voltage measurement range from 0 to +40 V, temperature measurement range from 0 to +100°C. The mathematical tools of the microcontroller allow calculating the capacity. The received data is transmitted to the upper level system, and displayed on the control panel display.

Keywords: chemical current sources, non-contact measurement, discharge current, current sensor, Hall converter, galvanic isolation, capacity, voltage, temperature of the block of elements.

Химические источники тока (ХИТ) находят широкое применение как в повседневной жизни человека (источники бесперебойного питания, электромобили, кардиостимуляторы, бытовая техника и др.), так и в различных отраслях промышленности (для автономного электропитания объектов гражданской, военной, космической и другой специализированной техники).

Для длительной и качественной работы источников тока (аккумуляторных батарей), а также своевременной замены необходимо обеспечивать контроль основных параметров – ёмкости, разрядного тока, напряжения, температуры. Эксплуатация батарей, которые обеспечивают питание новых мощных электронных комплексов, предполагает широкое использование различных систем автоматизации технологического процесса эксплуатации батарей. Что приводит к необходимости внедрения в состав различных электроэнергетических комплексов системы контроля и диагностики [1].

Авторами разработано устройство контроля параметров химических источников тока. Функциональная схема устройства приведена на рисунке 1.

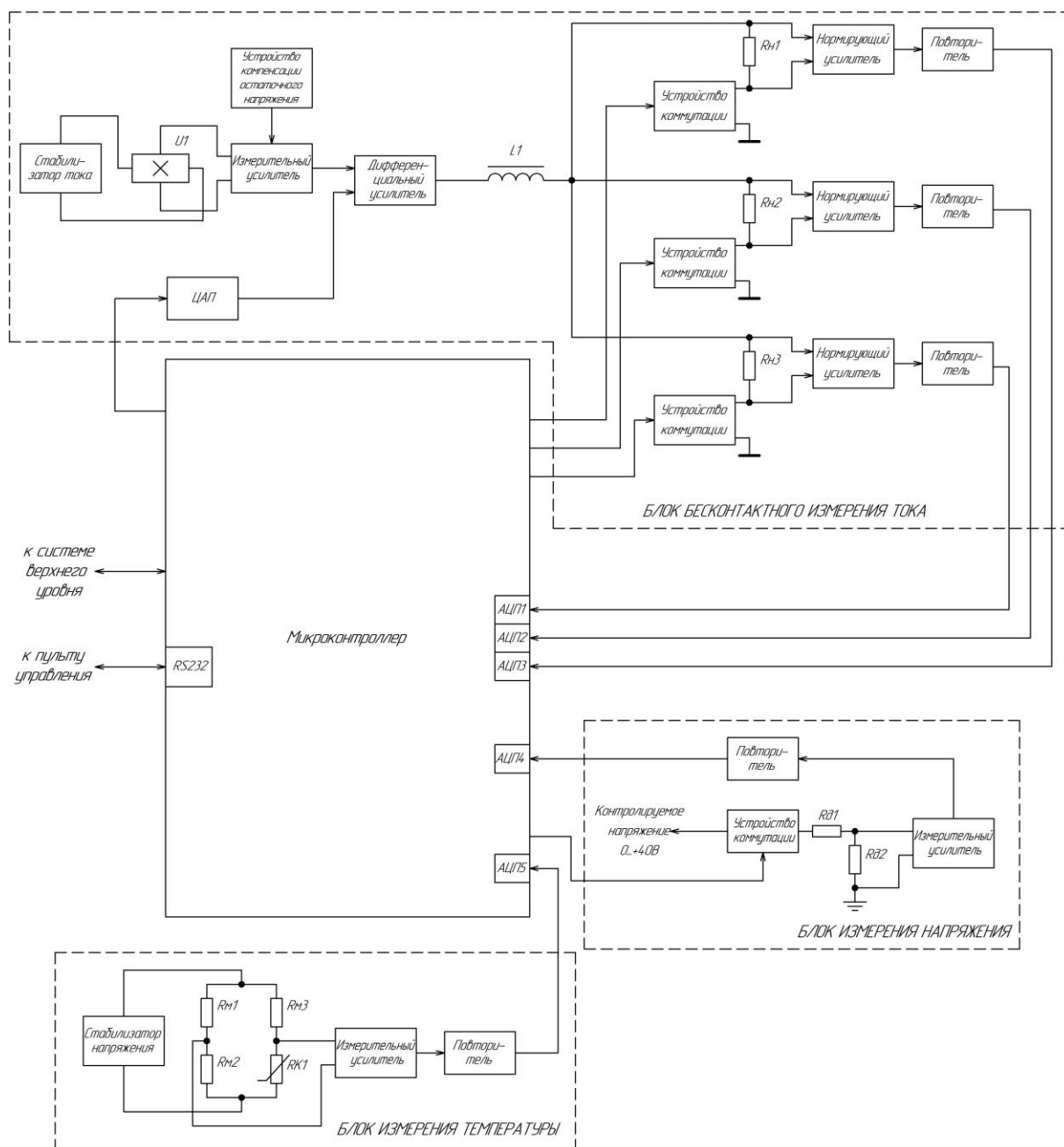


Рис. 1 – Функциональная схема устройства

Устройство состоит из следующих основных функциональных блоков: блок бесконтактного измерения тока, блок измерения напряжения, блок измерения температуры, микроконтроллер (МК).

Рассмотрим структуру каждого из блоков.

Бесконтактное измерение тока реализовано при помощи датчика тока компенсационного типа, в основе которого использован тороидальный ферритовый сердечник, компенсационная катушка $L1$, намотанная на сердечник, и преобразователь Холла $U1$, установленный в зазоре сердечника. Существенным преимуществом применения датчиков компенсационного типа является точность, линейность и отсутствие гистерезиса магнитного сердечника [2–4]. Для компенсации остаточного напряжения в блок содержит устройство компенсации. Разрядный ток, проте-



кая по кабелю, создает в магнитопроводе магнитный поток, наводящий в преобразователе Холла ЭДС, пропорциональную разрядному току [5]. Сигнал ЭДС усиливается измерительным усилителем (ИУ) и поступает на один вход дифференциального усилителя (ДУ). На второй вход ДУ поступает сигнал с цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) для компенсации напряжения смещения на выходе измерительного усилителя и возможного некомпенсированного на входе ИУ остаточного напряжения преобразователя Холла.

С выхода измерительного усилителя сигнал поступает на компенсационную обмотку $L1$ и, далее, на резисторы–шунты, которые замыкаются на «землю» при помощи устройств коммутации, управляемых МК. Отличительной особенностью устройства от известных ранее является использование трех нагрузочных резисторов - шунтов R_{H1} , R_{H2} или R_{H3} с целью снижения погрешности при измерении токов различной величины. Падение напряжения на нагрузочных резисторах, создаваемое компенсационным током I_k , преобразуется нормирующими усилителями в нормированный сигнал и передается на аналогово-цифровые преобразователи (АЦП1, АЦП2 или АЦП3) из состава периферии МК.

Контролируемое напряжение ХИТ подается в блок измерения напряжения через устройство коммутации, чтобы не нагружать и не разряжать источник тока постоянно. Так как величина контролируемого напряжения может достигать +40 В, то на входе стоит делитель напряжения, при помощи которого уменьшается напряжение для подачи на вход измерительного усилителя и задается входное сопротивление блока измерения напряжения. ИУ усиливает напряжение и передает его на вход повторителя, с выхода которого нормализованный сигнал напряжения подается на вход АЦП4 (из состава МК).

Рассмотрим блок измерения температуры. Резистивный датчик температуры $RK1$ встроен в одно из плечей мостовой измерительной схемы, состоящей из резисторов R_{M1} , R_{M2} , R_{M3} , и, соответственно, датчика $RK1$. Питание моста осуществляется при помощи стабилизатора напряжения, подключенного в одну из диагоналей измерительного моста. Сигнал напряжения, с другой диагонали моста поступает в ИУ, усиливается, после чего поступает на повторитель и передается на вход АЦП5 (из состава МК).

Микроконтроллер является основным блоком устройства контроля параметров. С его помощью осуществляется сбор и обработка информации о величине разрядного тока, напряжения, температуры, а также решаются вычислительные задачи (расчет остаточной ёмкости ХИТ), связи и обмена данными с системой верхнего уровня и пультом управления [6, 7].

Алгоритм работы устройства контроля параметров следующий.

На первом этапе, после подачи питания на устройство, осуществляется инициализация модулей МК, после осуществления которой устройство переходит к измерению разрядного тока I_r . Сигнал с МК поступает в устройство коммутации нагрузки, при этом один из выводов резистора R_{H1} подключается к «земле» и через нагрузку R_{H1} начинает протекать компенсационный ток. Нормированный сигнал напряжения на резисторе R_{H1} поступает на вход АЦП3 МК. После чего определяется величина разрядного тока, соответствующая сигналу напряжения, поступившего на АЦП3. Если значение разрядного тока лежит в диапазоне от 40 до 120 А, то устройство переходит к измерению напряжения



ХИТ. В обратном случае необходимо более точное определение тока. В зависимости от определенной величины разрядного тока на предыдущем этапе подается управляющий сигнал в устройство коммутации нагрузки, управляющее резистором R_{H2} , если разрядный ток лежит в диапазоне от 5 до 40 А, либо в устройство коммутации нагрузки, управляющее резистором R_{H3} , если разрядный ток лежит в диапазоне от 0 до 5 А, и определяется величина разрядного тока, соответствующая величине сигнала, поступившего на АЦП2 или АЦП1.

Для измерения напряжения сигнал с МК поступает на устройство коммутации блока измерения напряжения, при помощи которого контролируемое напряжение подается в устройство контроля параметров, после чего определяется величина контролируемого напряжения, соответствующая величине сигнала, поступившего на АЦП4.

На следующем этапе рассчитывается остаточная ёмкость ХИТ:

$$Q_{\text{ХИТ}} = Q_{\text{ном}} - Q_{\text{р}} = Q_{\text{ном}} - \int_0^t I_{\text{р}} dt.$$

Далее, выполняется измерение температуры блока элементов. Для этого опрашивается АЦП5 и определяется температура, соответствующая величине сигнала, поступившего на АЦП5. После чего полученные данные передаются в систему верхнего уровня и в пульт управления, и выполняется переход к измерению разрядного тока. Устройство контроля параметров завершает работу после поступления сигнала из системы верхнего уровня или с пульта управления.

Разработанное устройство имеет следующие характеристики. Диапазон изменения тока – от 0 до 120 А, ёмкости – от 0 до 511 А/ч, напряжения от 0 до +40 В, температуры от 0 до +100°C. Погрешность измерений тока и ёмкости – не более 5 %, напряжения и температуры – не более 1 %.

Список цитируемой литературы

1. Лачин В.И., Соломенцев К.Ю. Методы и устройства контроля состояния электроэнергетических объектов с дискретно-распределенными параметрами. - Юж.-гос. техн. ун-т (НПИ) - Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2012. – 342 с.
2. Чечерников В.И. Магнитные измерения. М.: Изд-во МГУ. 1969. – 387 с.
3. Кобус А., Тушинский Я. Датчики Холла и магниторезисторы. - Пер. с польского В.И. Тихонова и К.Б. Макидонской, под ред. О.К. Хомерики. – М.: Энергия, 1971. – 352 с.
4. Волович Г. Интегральные датчики Холла / Г. Волович// Современная электроника. – М.: СТА-ПРЕСС, 2004. – С. 26-31.
5. Балабан И.Г., Балабан А.Л., Юфанова Ю.В. Устройство бесконтактного измерения тока аккумуляторных батарей // Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России». – 2019. – №2.
6. Разработка программного обеспечения для микроконтроллера устройства телеметрии аккумуляторных батарей / И.Г. Балабан, А.Л. Балабан, Ю.В. Юфанова // Математическое моделирование процессов и систем: Материалы IX Межд. молодежн. науч.-практ. конф., 30 октября – 1 ноября 2019 г., г. Стерлитамак / отв. ред. С.А. Мустафина. – Стерлитамак: Стерлитамакский филиал БашГУ, 2019. – 68–72 с.
7. Защита телеметрической информации при контроле параметров аккумуляторных батарей / И.Г. Балабан, А.Л. Балабан, Ю.В. Юфанова // Безопасность информационного пространства: сб. тр. XVII Всерос. науч.-практ. конф., Магнитогорск, 28 – 29 нояб. 2019 г. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И.Носова, 2019. – 25–27 с.