

УДК 62-9

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ СТАРТЕРНЫХ БАТАРЕЙ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА

Ю. А. Кириллов

Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Статья посвящена оценке продолжительности работы стартерных батарей. Описана необходимость метода оперативной проверки работоспособности аккумуляторной батареи автомобиля. Рассмотрены существующие методы оценки работоспособности, а также сделаны выводы по их достоинствам и недостаткам. Раскрыта проблематика необходимости нового метода. Предложена и рассмотрена новая методика оценки жизнеспособности стартерной аккумуляторной батареи автомобиля.

Ключевые слова: стартерные батареи, наземный транспорт, АКБ, прогнозирование, емкость, жизнеспособность стартерного аккумулятора, методы оценки.

FORECASTING THE VIABILITY OF GROUND TRANSPORT STARTER BATTERIES

Yu. A. Kirillov

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The article is devoted to the evaluation of the duration of starter batteries operation. The article describes the need for a method of operational verification of the performance of the car battery. The existing methods of performance assessment are considered, and conclusions are drawn on their advantages and disadvantages. The paper reveals the problem of the need for a new method. In this article, a new method for assessing the viability of a car starter battery is proposed and considered.

Keywords: starter batteries, ground transport, battery, forecasting, capacity, viability of the starter battery, evaluation methods.

Введение. На сегодняшний день транспорт является неотъемлемой частью нашей жизни. Помимо повседневного бытового использования, транспорт используют в службах, от которых зависит жизнь людей, таких как скорая помощь, пожарная, МЧС и прочие. В каждом транспортном средстве для запуска двигателя используется стартерный аккумулятор [1]. Подавляющее число автомобилей использует свинцово-кислотный аккумулятор. В процессе эксплуатации технические параметры стартерного аккумулятора ухудшаются. Это связано с тем, что сульфат свинца ($PbSO_4$) выделяется при разряде свинцово-кислотного аккумулятора и откладывается на плоскости электродов, что значительно увеличивает их площадь. Сульфат свинца является плохим проводником, что приводит к увеличению сопротивления электродных пластин [2]. Кроме этого, он откладывается в поры пластин покрытия и значительно уменьшает диффузию серной кислоты из электролита, что приводит к быстрому разряду аккумуляторной батареи (АКБ).

Сульфат свинца растворяется во время зарядки, и сопротивление батареи возвращается к своему первоначальному значению. Это может привести к ситуации, когда в необходимый момент при низкой температуре автомобиль не заведется [3].

Активный мониторинг параметров батареи позволяет отслеживать состояние АКБ при каждом запуске и своевременно определять критическое состояние. Это помогает предотвратить отказ транспорта в нужный момент, что в свою очередь может спасти жизни людей.

Соответственно целью данной статьи является анализ существующих способов проверки состояния АКБ, а также разработка нового метода оценки.

Анализ существующих методов

Цель исследования — определить оптимальный способ быстрого измерения емкости аккумулятора и эффективность его использования в транспортном средстве в будущем. Для начала стоит рассмотреть методы, которые чаще всего используют для определения состояния стартерного аккумулятора.

Первый способ оценки состояния аккумулятора транспортного средства — измерение времени разряда аккумулятора. Замеры проводят при подключении нагрузки, максимально допустимой для данного источника тока. Измеряется ток разряда, а также время разряда до предельно допустимого значения тока [4]. Недостатком этого метода является продолжительность времени измерения.

Второй способ контроля состояния аккумулятора — это проверка напряжения разомкнутой цепи (далее НРЦ). Этот метод подразумевает использование вольтметра или тестера для определения мощности между выводными клеммами батареи. Основным недостатком предлагаемого способа является незначительная зависимость НРЦ с точки зрения степени заряда аккумуляторной батареи [4]. Из преимуществ данного метода можно выделить только простоту его реализации.

Третьим методом контроля уровня заряда батареи считается измерение плотности электролита с помощью специального устройства — ареометра [4]. Предлагаемый метод имеет множество недостатков. Одним из которых является то, что электролит должен находиться в определенных температурных пределах для достоверного измерения, что делает невозможным проводить данное измерение в оперативном порядке.

Четвертый метод проверки состояния АКБ можно назвать косвенным, так как он требует измерения набора физических величин, зависящих от степени заряженности аккумуляторной батареи. Это измерение падения напряжения при постоянной нагрузке [4]. Преимущество данного метода заключается в простоте его реализации и малых затратах времени. Недостатком является зависимость от текущего заряда батареи.

Пятый метод измерения емкости аккумулятора — по тест-сигналу анализатора [5]. К преимуществам можно отнести креативность определения состояния, но наиболее серьезным недостатком является то, что аккумулятор должен быть заряжен на 100% для точных показаний.

Из вышесказанного можно заключить, что большинство методов имеют ряд существенных недостатков. В одних случаях требуется непосредственное вмешательство в работу автомобиля, что не позволяет провести данную проверку оперативно. Другие же методы дают не точные данные.

Предлагаемый метод

Как говорилось в начале этой статьи, при разряде стартерной батареи на поверхностях электродов образовывается сульфат свинца. В результате внутреннее сопротивление АКБ увеличивается и в конце цикла разряда может достигать величины, превышающей изначальное значение в 2–3 раза [2].

На основе этого параметра можно определить состояние аккумулятора в данный момент времени.

Сущность метода заключается в том, что в автомобиле установлен прибор-анализатор внутреннего сопротивления. Полученные данные впоследствии обрабатываются при помощи микроконтроллера, в котором запрограммирована математическая модель эталонного АКБ.

Снятые данные сравниваются с «эталоном», и водитель получает более точные данные о состоянии АКБ. Плюсом данного способа является то, что данный прибор можно внедрить в бортовую систему автомобиля и получать данные о состоянии стартерного аккумулятора в режиме реального времени. Недостатком является то, что для каждого АКБ нужно подстраивать математическую модель, но это требуется делать единообразно при установке прибора-анализатора.

Метод снятия внутреннего сопротивления основан на заряде конденсатора и снятии параметров с него. На рис. 1. представлена упрощенная схема измерения.

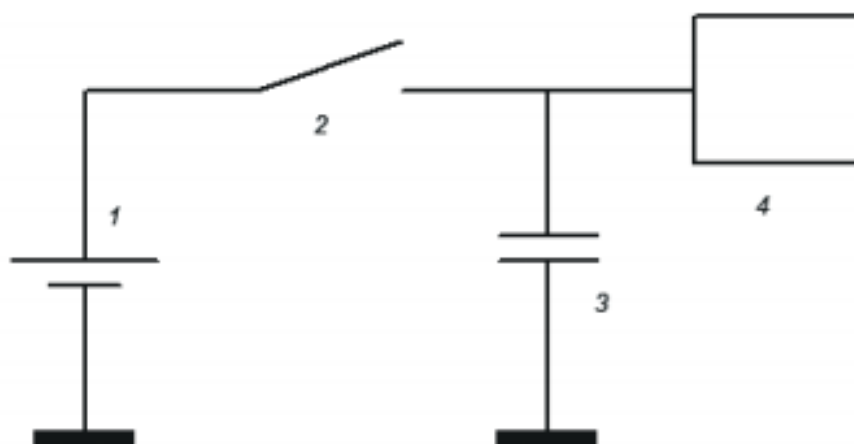


Рис. 1. Схема измерения: 1 — измеряемый АКБ; 2 — безинерционный ключ на замыкание цепи с малым переходным сопротивлением; 3 — конденсатор известной емкости, заряжаемый от измеряемого АКБ; 4 — микроконтроллер

Управление измерением происходит при помощи микроконтроллера. При замыкании ключа происходит заряд конденсатора до предельного значения. Микроконтроллером производится измерение времени заряда конденсатора [6]. Проводятся следующие вычисления:

Первым делом фиксируется напряжение при 95% заряде конденсатора:

$$U_3 = \frac{0,95}{E}$$

Следующим шагом является определение времени, за которое достигается 95% заряда конденсатора:

$$T_3 = t_1 - t_2$$

$$\tau = \frac{T_3}{3},$$

где значения t_1 и t_2 — начало и конец заряда конденсатора.

Определив значение, можем определить внутреннее сопротивление

$$R = \frac{\tau}{C}.$$

Заключение. Таким образом, измерив время заряда конденсатора известной емкости, можно определить внутреннее сопротивление стартерного аккумулятора. Измерив несколько значений сопротивления на протяжении одного цикла заряда АКБ, можно составить математическую модель данного аккумулятора. В дальнейшем на основе составленной модели можно определить состояние аккумулятора в любой момент времени.

Библиографический список

1. Ефимов, И. П. Источники электропитания РЭА / И. П. Ефимов — Ульяновск: УлГТУ, 2002. — 136 с.
2. Что такое внутреннее сопротивление аккумулятора и для чего оно используется / АКВInfo.ru: [сайт]. — URL: <https://akbinfo.ru/ustrojstvo/vnutrennee-soprotivlenie-akkumuljatora.html> (дата обращения: 01.04.2021).
3. Маслеников, В. Зарядка аккумулятора при высоких и низких температурах / В. Маслеников // Территория хобби: [сайт]. — URL: http://hobbyarea.ru/article_info.php?articles_id=120/ (дата обращения: 01.04.2021).
4. Васенин, А. С. Обзор методов оценки заряженности стартерных аккумуляторных батарей / А. С. Васенин, А. Г. Шумков, А. А. Горбунов // Молодой ученый. — 2016. — №15(119). — С. 157–160.
5. Вайлов, А. М., Автоматизация контроля и обслуживания аккумуляторных батарей. / А. М. Вайлов, Ф. И. Эйгель — Москва: Связь. — 1975. — 87 с.
6. Выравнивание заряда батарей обеспечивает долгое время работы и продлевает срок службы. / Радио Лоцман: [сайт]. — URL: <https://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?di=59991/> (дата обращения: 01.04.2021).

Об авторах:

Кириллов Юрий Андреевич, магистрант кафедры «Электротехника и электроника» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), U.Kirillov@gmail.com

About the Author:

Kirillov, Yuriy A., Master's degree student, Department of Electrical Engineering and Electronics, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), U.Kirillov@gmail.com