

ТЕХНОЛОГИЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ С СИСТЕМОЙ АКТИВНОЙ БАЛАНСИРОВКИ

ГУРСКИЙ А. С.

*(Белорусский национальный технический университет;
г. Минск, Республика Беларусь)*

В статье приводится анализ возможных способов определения емкости высоковольтных аккумуляторных батарей (ВАКБ), основных диагностических параметров с обоснованием выбора. ВАКБ самая уязвимая часть электрических автотранспортных средств и требует к себе повышенного внимания с точки зрения оперативного определения состояния и при необходимости оперативного устранения нарушений в работе для предотвращения более серьезных повреждений [1; 2]. Кроме оперативного выявления и устранения неисправностей, немаловажным является своевременное техническое обслуживание и прогнозирование состояния ВАКБ.

Ключевые слова: *емкость, высоковольтная аккумуляторная батарея, диагностика, параметры.*

Рассматривая диагностические параметры ВАКБ следует отметить несколько из них, которые наиболее полно характеризуют неисправность аккумуляторные батареи в первую очередь емкость, внутреннее сопротивление и повышенный саморазряд. При их определении необходимо манипулировать такими параметрами, как падение напряжения на ячейке ВАКБ и сила тока в цепи [3; 4]. Емкость ВАКБ определяется по разрядной или зарядной характеристике с определением самой отстающей ячейки. В случае выявления отстающей ячейки можно косвенно судить об увеличении внутреннего сопротивления в данной ячейке. С учетом того, что ячейки соединены последовательно, то и емкость всей аккумуляторной батареи будет зависеть от состояния самой слабой ячейки.

Определение емкости в режиме заряда более рациональный и экономичный способ для транспортных и троллейбусных парков т.к. после полного разряда производится зарядка до требуемого значения напряжения, после чего электрическое автотранспортное средство может выполнять работу. Однако в таком случае возникают сложности с проведением заряда: первая сложность заключается в необходимости адаптации зарядного устройства для выполнения требований заряда, в соответствии со спецификацией производителей ячеек. Данная сложность решаемая и заключается в модификации существующих зарядных устройств,

что в свою очередь требует дополнительных расходов предприятия. Другая сложность и более существенная заключается в снижении точности полученных данных по причине включения системы активной балансировки, которая при выявлении отдельных ячеек в сторону достижения предельных значений перераспределяет энергию между ячейками, что приводит к сильным колебаниям в соответствии с рисунком.

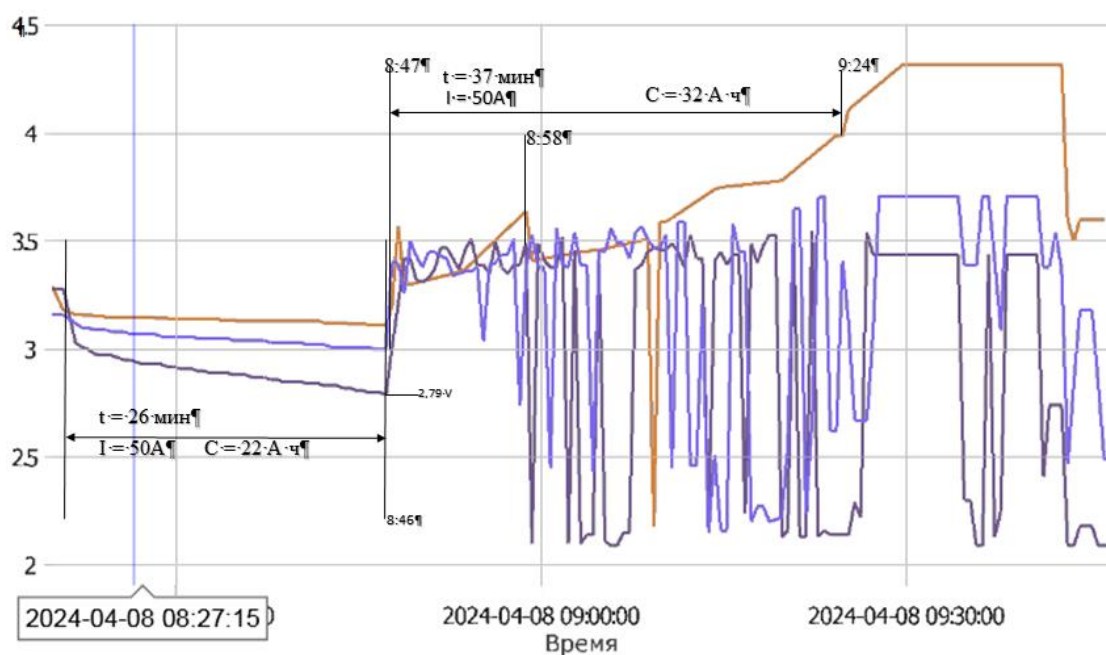


Рисунок. – Графики наибольшего, наименьшего и среднего значения напряжения по ячейкам в процессе разряда и заряда ВАКБ

Определение емкости по разрядной характеристике. В соответствии с техническими требованиями разряд необходимо выполнять с силой тока 50 А согласно требованиям завода изготовителя аккумуляторных ячеек. В данном случае используются ячейки китайского происхождения литийжелезофосфатные, обладающие рядом достоинств [5].

На вышеприведенном рисунке показано изменение значения при разряде во времени и как видно на этапе разряда с такой силой тока система активной балансировки не влияет на разряд. Следует также отметить, что время разряда составило 26 минут на отстающей ячейке. При силе тока в 50 А это указывает на емкость в 22 Ач при требуемых 100 Ач. Что составляет 22 % от требуемой емкости. Таким образом этот способ контроля следует считать более точным. Недостатком следует считать повышенный расход электроэнергии, и необходимость применения довольно громоздких резисторов. Для эксперимента предлагается применить тормозные резисторы троллейбусов, которые рассчитаны на силу тока в долговременном режиме 100 А, а при кратковременном включении до 300 А.

Для обеспечения необходимого значения силы тока следует провести ряд простейших расчетов для подбора нагрузочных резисторов, имеющихся на предприятии УП «Минсктранс».

Тормозные резисторы БТР-2,1/16У2 рассчитаны на напряжение 750 В, с номинальной мощностью 16 кВт. Расчетная сила тока составляет 21 А. Данный тип резистора не подходит для проведения эксперимента с силой тока разряда 50 А.

Тормозные резисторы БТР-1,8/100У2 рассчитаны на напряжение 750 В, с номинальной мощностью 100 кВт. Расчетная сила тока составляет 133 А. Данный тип резисторов подходит для проведения экспериментов. С учетом того, что экспериментальная сила тока составляет 50 А, а напряжение составляет 550–600 В можно сделать заключение, что нагрузка на резисторах будет составлять 37 % от расчетной, что дает возможность не использовать принудительное охлаждение данных резисторов.

Принимая во внимание то, что напряжение ВАКБ составляет 550 В, сила тока в цепи 50 А, то сопротивление нагрузки должно быть 11 Ом. Учитывая то, что сопротивление одного блока резисторов составляет $1,8 \pm 0,2$ Ом общее количество блоков составит 6,1. Принимаем 6 блоков резисторов и 1 полублок тормозного резистора с сопротивлением 0,9 Ом для регулировки силы тока. В полублоке используется 4 резистора с суммарным сопротивлением 0,9 Ом, а сопротивление каждого составляет 0,23 Ом.

Для проведения эксперимента по определению емкости требуется определить наиболее рациональное и безопасное место подключения. Для данной диагностической процедуры необходимо подготовить (оснастить) пост 6 ящиками с тормозными резисторами, соединенными последовательно. Определение точек подключения нагрузочного резистора для снятия разрядной характеристики высоковольтной аккумуляторной батареи. Рассматривая троллейбусы МАЗ с автономным ходом следует отметить, что аккумуляторные батареи расположены по обе стороны в нижней части для равномерного распределения массы и высокой устойчивости. Подключение же к ним возможно в области контакторов на крыше. В соответствии с монтажной схемой нагрузочные тормозные резисторы следует расположить в непосредственной близости около троллейбуса, по возможности на движимой платформе.

Техпроцесс включает подготовительные операции: проведение стандартных проверок безопасности перед работой с электротранспортом; ВАКБ заряжается до полной зарядки; отключаются контакторы в отсеках; подключается система контроля напряжения и температуры к линии передачи данных ВАКБ (система имеет оптическую развязку); подключается датчик тока к первой ячейке (датчик тока имеет электромагнитную развязку). Данные собираемые датчиками поступают в микропроцессорную систему обработки, где каждые 4 с производится считывание данных со всех ячеек с контролем силы тока (в процессе проведения эксперимента,

умолчанию сила тока поддерживается реостатами на значении 50 А) данные по ячейкам собираются в течении 60 секунд, за это время в процессор поступают 15 значений с каждой из 160 ячеек, где формируется массив. В массиве определяются средние значения напряжения в каждой из ячеек, затем из этих средних значений определяется наибольшее, наименьшее значение с определением номера ячейки во всей батарее [6]. Одновременно определяется суммарное напряжение всех ячеек и среднее напряжение ячеек. Эти данные через телематический шлюз передаются на сервер телематических услуг. Одновременно с этими данными передаются данные о наибольшей температуре и номеру ячейки с наибольшей температурой и среднее значение температуры ВАКБ.

Подключаясь к серверу и обрабатывая данные, получается графическое представление изменения напряжения и температуры. Останавливаемся на напряжении в соответствии с графиком. Определяем время с момента начала разряда до граничного допустимого значения напряжения в ячейках и при силе тока определяем остаточную емкость.

По окончании проверки отключаются контакторы и заключительными операциями отключается оборудование. Троллейбус подключается к линии и производится его зарядка. После обработки данных принимается решение о проведении работ по обслуживанию и ремонту ВАКБ.

Заключение. Разрядная характеристика ВАКБ с системой активной балансировки является достоверной, высокоточной. Проведение эксперимента по выявлению неисправных ячеек в стационарном режиме позволит проверить достоверность и точность полученных результатов. Нагрузочные резисторы громоздкие и процедура довольно сложная. Однако полученные результаты позволят получить автоматизированную систему контроля емкости ВАКБ в режиме функционирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гурский А.С. Автотранспортные средства с электродвигателем: учебное пособие / А. С. Гурский, Е.Л. Савич, В.В. Капустин – Минск : Вышэйшая школа, 2023 – 256 с.: ил.
2. Гурский, А. С. Методологические особенности анализа эффективности использования тяговых аккумуляторных батарей для электромобилей = Methodological features of the analysis of the efficiency of the use of traction batteries for electric vehicles / А. С. Гурский, В. М. Изоитко, К. В. Буйкус // Изобретатель. – 2022. – № 1-2. – С. 15–20.
3. Филиппович, А. И. BMS: измерение аналоговых показателей и трансформация их в цифровые = BMS: measurement of analog indicators and transformation into digital ones / А. И. Филиппович, А. С. Гурский // Автотракторостроение и автомобильный транспорт : сборник научных трудов : в 2 томах / Белорусский национальный технический университет, Автотракторный факультет ; редкол.: Д. В. Капский (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2021. – Т. 2. – С. 53–61 bkb 55-63/13.

4. Гурский А.С. Параметры компонентов высоковольтной сети электромобилей и их расчет / А. С. Гурский, Е.Л. Савич. // Вестник Полоцкого государственного университета. – 2023. – № 2(48). – С. 50–59.
5. Гурский, А. С. Анализ параметров высоковольтных аккумуляторных батарей электробусов с целью создания алгоритмов их общего и поэлементного диагностирования с применением телематических систем = Analysis of parameters of high-voltage batteries of electric buses in order to create algorithms for their general and element-by-element diagnostics using telematics systems / А. С. Гурский // Транспорт и транспортные системы: конструирование, эксплуатация, технологии : сборник научных статей / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: С. В. Харитончик (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – Вып. 4. – С. 12–20.
6. Гурский, А. С. Система удаленного мониторинга и дистанционной диагностики высоковольтных накопителей электроэнергии электрических автотранспортных средств / А. С. Гурский // Транспорт и транспортные системы: конструирование, эксплуатация, технологии : сборник научных статей / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: С. В. Харитончик (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2023. – Вып. 5. – С. 109–115.