

3. Чекмарев, Ю. К. «Диагностика автомобильных двигателей». – М. : Машиностроение, 2004.

4. Капустин, Н. М. Техническое обслуживание автомобилей: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Н. М. Капустин, В. М. Пышкин. – Москва: Издательский центр «Академия», 2012. – 336 с.

Представлено 31.05.2025

УДК 629.331

НЕИСПРАВНОСТИ, ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И РЕМОНТ ТЯГОВЫХ АКБ

MALFUNCTIONS, DIAGNOSTICS AND REPAIR OF TRACTION BATTERIES

Марданыян П. Г., студ., **Серебряков И. А.**, канд. техн. наук,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
P. Mardanyan, Student, I. Serebryakov, Ph. D. in Eng.,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье описываются основные неисправности тяговых АКБ, а также способы их устранения и обнаружения.

The article describes the main faults of traction batteries, as well as methods for their elimination and detection.

Ключевые слова: АКБ, неисправности, диагностика.

Keywords: Battery, malfunctions, diagnostics.

НЕИСПРАВНОСТИ ТЯГОВЫХ АКБ

Потеря емкости тяговой высоковольтной батареи.

Средний срок службы батареи составляет 8–10 лет, после чего ее емкость может снижаться на 20–30 %.

Основная неисправность, обусловленная старением батареи, является деградация, представляющая собой потерю емкости и запаса

хода. Это естественный процесс, связанный с деградацией литий-ионных ячеек, которые теряют способность удерживать заряд на прежнем уровне. По данным исследований Tesla ее аккумуляторные батареи теряют только около 10 % своей энергоемкости после пробега 200 000 миль (~ 322 000 км). Это 1% на 20 000 миль (32 200 км).

Уменьшение емкости батареи прогрессирует, а затем стабилизируется с более медленной скоростью.

Одна из причин деградации литий-ионного аккумулятора – образование слоя твердого электролита на аноде: он поглощает ионы лития и увеличивает сопротивление. Использование лития в аноде аккумуляторов провоцирует рост дендритов – тонких нитей лития, способных за несколько сотен и даже десятков циклов заряда/разряда дорасти до противоположного электрода и произвести короткое замыкание с последующим возгоранием аккумулятора и опасностью возникновения пожара.

Проблему с ростом дендритов отчасти решает переход на твердые электролиты. Обычно это смесь керамики и полимера. Оставаясь проводником ионов, твердый электролит замедляет и даже останавливает рост игл металлического лития с анода. Задача состоит в подборе наилучшего соотношения керамики и полимера, а также самих материалов, которые бы не ухудшали цикличность аккумуляторов и их рабочие характеристики – емкость, плотность запасаемой энергии, скорость заряда и другие.

Факторы, которые влияют на деградацию. Одним из основных факторов, которые наиболее «повреждают» батарею, является быстрая зарядка. При быстрой зарядке теряется 10 % емкости за 5 лет, в то же время при обычной зарядке за это же время теряется 2 % емкости.

На деградацию АКБ влияет уровень заряда. Регулярная зарядка до 100 % или глубокие разряды до нуля могут ускорять деградацию. Для минимизации износа рекомендуется придерживаться частичных зарядок (например, до 80–90 %). Оптимальным считается, когда уровень заряда поддерживается между 20 % заряда и 80 %. Чтобы снизить деградацию и продлить срок службы батареи, многие производители добавляют буфер, который блокирует доступ к крайним областям аккумулятора.

Батареи чувствительны к экстремальным температурам, как жаре, так и сильному холоду, что приводит к быстрому их износу. Рекомендуется избегать длительных периодов нахождения батареи на полных 100 % и постараться держать автомобиль в условиях, где температура остается в комфортных пределах (в среднем это от +10°C до +30°C), например, в гараже или на отапливаемой стоянке.

Резкие разгоны и торможения усиливают деградацию.

Неисправность платы защиты АКБ от перезаряда/переразряда. Основными причинами являются: неправильная эксплуатация, попадание на плату охлаждающей жидкости, в результате чего происходит замыкание элементов BMS ее и выгорание.

Прогар силовых контактов тяговой батареи. Основными причинами являются: деградация; импульсивный метод движения электромобиля.

Падение выходного напряжения. Основными причинами являются: наличие одного или нескольких дефектных элементов батареи; разбалансировка отдельных элементов батареи; окисление контактов перемычек, соединяющих элементы батареи.

Разбалансировка отдельных элементов батареи. Основными причинами являются: неправильная эксплуатация и редкая зарядка батареи, длительное бездействие батареи, вследствие длительного простоя электромобиля, неравномерное охлаждение элементов батареи.

Обратная полярность. Если обратная полярность подается на батареи (например, в результате неправильной зарядки), это может вызывать серьезные повреждения батарей и даже их возгорание.

Повреждение корпуса. Механические повреждения батарейного корпуса могут привести к утечке электролита и коррозии внутри батарей.

Саморазряд. Время от времени батареи могут саморазряжаться даже при выключенном состоянии автомобиля. Это может быть вызвано различными факторами, включая химические процессы внутри батарей и ток потребления систем автомобиля.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТЯГОВЫХ АКБ

В первую очередь проверяется уровень заряда АКБ. Клеммы батарей должны обладать оптимальным уровнем напряжения. Неправильная эксплуатация машины приводит к выходу из строя элементов питания.

Избежать быстрой разрядки аккумуляторов позволит постоянное движение машины. После нескольких циклов зарядки мощность элементов питания снизится и возникнет необходимость их замены.

Если батарея в норме, стоит осмотреть электронный блок управления. Элемент отвечает за включение и выключение мотора. Проводится поток энергии от батареи к блоку и отсутствие разрыва контактов питания.

Диагностирование состояния тяговых батарей позволяет определить их работоспособность и выявить проблемы в ранней стадии.

Любой аккумулятор имеет свою емкость и работает до тех пор, пока количество циклов перезарядки обеспечит рабочее состояние ячеек батареи. Проверить, состояние тяговой батареи можно несколькими способами. Самый простой способ проверить батарею электромобиля – это сориентироваться по показателям приборной панели полностью заряженного автомобиля. На щитке панели приборов отображается, пробег с установленными батареями и прогноз остаточного пробега с данными батареями. В параметрах аккумулятора видно состояние заряда, запас хода в километрах. Сопоставляя эти данные, можно определить состояние батареи.

Сопоставляя данные перечисленные выше показания щитка приборов можно с некоторой погрешностью определить общее состояние батареи.

Современные электромобили оснащены системами, которые непрерывно мониторят состояние батарей. С помощью диагностических сканеров можно получить информацию о напряжении, температуре, заряде и других параметрах батарей.

При этом применяют диагностические сканеры Wi-Fi или Bluetooth и компьютерные программы, которые анализируют состояние электронной системы. Диагностирование высоковольтной аккумуляторной батареи производится путем сканирования неисправностей, снятия зарядных разрядных и вольтамперных характеристик. Коды неисправностей указывают на техническое состояние батареи в целом, на состояние датчиков и цепей подключения, на работу системы охлаждения батареи. Специальные приложения показывают реальную ёмкость аккумулятора, отображают состояние всех ячеек, а также учитывают количество циклов нормальной перезарядки и применимость не благоприятной для большинства батарей быстрой зарядки.

За последнее несколько разработаны технологии диагностики и прогнозирования состояния аккумуляторов с помощью искусственного интеллекта. Суть такого способа проверки состояния батареи заключается в следующем. Подключается специальный прибор к порту OBD автомобиля. Затем проводится статический тест, в течении которого считываются необходимые диагностические данные. Потом проводится динамический тест, при котором собираются данные во время кратковременного ускорения автомобиля. На завершающем этапе с помощью искусственного интеллекта проводится анализ собранной информации и делается заключение о текущем состоянии батареи.

Для более детального осмотра тяговую батарею демонтируют с электромобиля и производят ее детальный осмотр на предмет обнаружения внешних повреждений, особенно связанных с утечками из системы питания или коррозии и выхода из строя при этом перемычек и соединительных проводов. Визуальный осмотр позволяет выявить проблемы с корпусом батарей или их компонентами.

Также тяговую батарею демонтируют с электромобиля и производят ее детальный осмотр на предмет обнаружения внешних повреждений, особенно связанных с утечками из системы питания и выхода из строя при этом перемычек и соединительных проводов. При снятии батареи должны быть выполнены все указания производителя по ее обесточиванию.

После этого проверяется общее напряжение АКБ и сравнивается с нормативом, а также определяется проблемный модуль.

Следующим этапом является определение напряжения самого слабого «просевшего» элемента проблемного модуля, а затем его подзарядка на 5–6 МВ больше самого сильного элемента модуля. Спустя сутки проверяют напряжение проблемного элемента модуля и, если оно упало на величину более 5–10 мВ, значит необходима замена всего модуля.

Испытание емкости. Существует специальное оборудование для тестирования емкости отдельных модулей и блоков батарей, их подзарядка.

Оно позволяет определить, насколько хорошо батареи способны хранить и отдавать энергию. Уменьшение емкости может свидетельствовать о потере работоспособности.

РЕМОНТ БАТАРЕИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Основными операциями при ремонте АКБ высокого напряжения являются следующие.

Замена дефектных ячеек.

Ремонт управляющей электроники (BMS). В случае проблем с управляющей системой батареи может потребоваться ее перепрограммирование или замена. Это важно для обеспечения правильной работы батарей и безопасности.

Ремонт системы охлаждения. Ремонт системы охлаждения может включать в себя замену насосов, радиаторов или ремонт утечек.

Балансировка ячеек батарей. Если батареи не работают равномерно, проводится процедура балансировки, которая выравнивает заряды ячеек.

Ремонт контактов и соединений. Проверка и ремонт контактов и соединений в батарейной системе может быть необходима при их подгорании или окислении.

Ремонт батареи высокого напряжения заключается в замене ее элементов, потерявших емкость. Элементы требующие замены определяются диагностированием батареи.

Фиксируются номера модулей, напряжение на которых сильно упало. Далее батарея разбирается, каждый элемент проверяется под нагрузкой и выявляются те, которые эту нагрузку не выдерживает.

После этого эти элементы заменяются на исправные, батарея собирается обратно и устанавливается на место. В этом случае с помощью профессионального сканера делается сброс информации о емкости батареи и количестве зарядов-разрядов.

Далее блок управления батареями «обсчитает» фактическую емкость батареи и отображает ее на приборной панели. Как правило «обсчет» емкости высоковольтной батареи — это процесс довольно длительный, и проходит только при температурах не ниже +10 градусов Цельсия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом в работе были описаны основные неисправности тяговых АКБ. Также были описаны способы их устранения и обнаружения.

Представлено 01.06.2025