



СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ АКБ (BMS)

Источники бесперебойного питания (ИБП) и выпрямители, обычно используемые в промышленности, и электронное оборудование, используемые в нашей повседневной жизни, содержат в качестве резервного источника электропитания аккумуляторные батареи (АКБ), параметры которых зависят от их ёмкости и времени необходимой автономной работы. Работоспособность и производительность таких АКБ имеет жизненно важное значение для обеспечения бесперебойного электропитания критически важного оборудования, при этом батареи являются дорогостоящим элементом систем бесперебойного электропитания. Аккумуляторы являются самым слабым звеном систем обеспечения качественного и бесперебойного энергоснабжения критичного оборудования, поэтому крайне важным является непрерывный контроль состояния всех элементов АКБ. Система управления батареями (BMS) должна применяться во всех системах, содержащих группы батарей, где необходимо обеспечение бесперебойного питания и безотказности оборудования.

Потенциальные причины отказов групп АКБ

- Несбалансированность элементов АКБ, возникающая после первой установки или вызванная ранним старением / поломкой батарей
- Сульфатация пластин, вызванная недостаточной зарядкой АКБ
- Перегрев и выброс газообразного водорода, вызванный перезарядом
- Перегрев, вызванный пульсацией и превышением тока заряда
- Неисправность АКБ, вызванная глубоким разрядом
- Перегрев вызванный дисбалансом тока между параллельными группами АКБ

Несбалансированность элементов АКБ, возникающая после первой установки или вызванная ранним старением / поломкой батарей

Батареи, подключаемые последовательно в одну линейку должны иметь одинаковые характеристики и даты выпуска. Если батареи хранились в разных условиях или использовались ранее в разных системах, их не следует подключать последовательно в одну цепь, даже если они принадлежат к одной и той же марке и модели, и имеют одинаковые даты выпуска. В противном случае, из-за разницы во внутреннем сопротивлении приложенное напряжение будет распределяться между АКБ неравномерно, поэтому некоторые батареи будут перезаряжены.

Поскольку напряжение в линейке будет распределяться между батареями неравномерно, то при увеличении значений полного сопротивления некоторых батарей по сравнению с другими из-за преждевременного старения, подверженные перезарядке батареи будут перегреваться. У батарей с пониженным напряжением ускорится процесс сульфатации, что приведет к их ускоренному старению.

Сульфатация пластин, вызванная недостаточной зарядкой АКБ

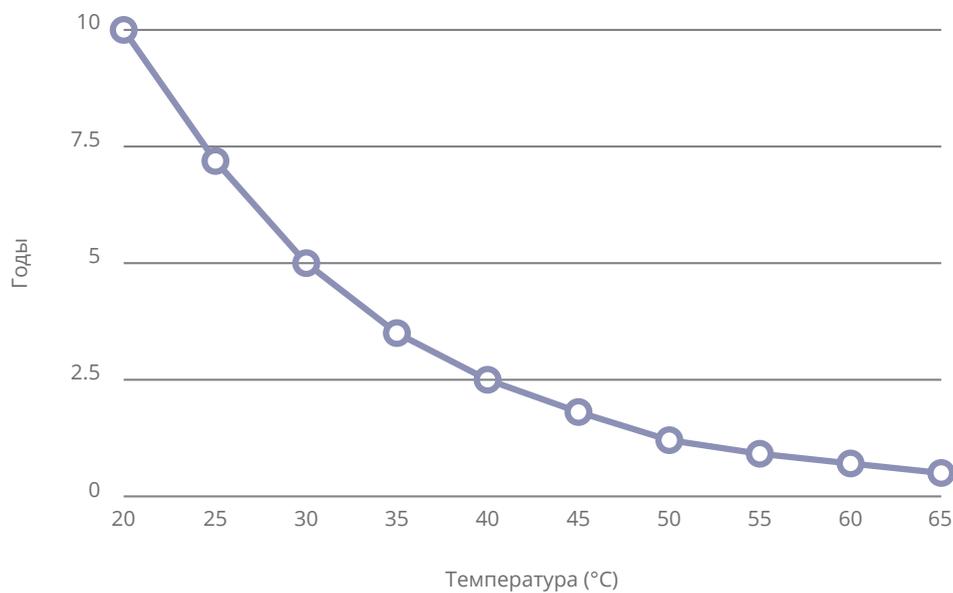
В процессе разряда свинцово-кислотных батарей на пластинах, в зависимости от глубины разряда, выпадает некоторое количество кристаллов сульфата, а при правильном полном заряде эти кристаллы растворяются в электролите АКБ. При постоянном недостаточном перезаряде батарей накопление сульфата происходит быстрее, и аккумулятор со временем становится непригодным для использования. Необходимо постоянно контролировать уровень напряжения в буферном режиме подзаряда и поддерживать его в пределах, установленных производителем аккумулятора, чтобы продлить срок службы батарей. В случае изменения параметров напряжения буферного заряда необходимо своевременно реагировать на это отклонение.

Перегрев и выброс газообразного водорода, вызванный перезарядом

Если зарядное напряжение в течение длительного периода превышает номинальное значение, указанное производителем, батарея перегревается, и возникающее тепло разрушает химическую структуру батареи, вызывая выделение газообразного водорода и деформацию (расширение) корпуса батареи. Разрушение корпуса может приводить к утечке электролита, возникновению токов утечки на землю и пожару. Кроме того, выделяющийся газообразный водород после является взрывоопасным, что требует немедленного применения экстренных мер по ликвидации аварийной ситуации.

Перегрев, вызванный пульсацией и превышением тока заряда

Тепловой разогрев батарей может возникать из-за повышенного тока заряда или его высокого уровня пульсаций. Повышенная температура батарей логарифмически уменьшает срок их службы. Для того, чтобы батареи отработали ожидаемый расчетный срок службы, необходимо постоянно контролировать их температуру. Зависимость предполагаемого срока службы батарей от температуры их эксплуатации приведена на графике ниже.



Неисправность АКБ, вызванная глубоким разрядом

При достижении нижнего предельного значения напряжения АКБ в процессе разряда, установленного производителем, операция разряда должна быть прекращена. В противном случае химическая структура батареи будет необратимо повреждена. Необходимо контролировать нижний уровень напряжения каждого элемента в процессе разряда, поскольку из-за возможного дисбаланса напряжения на элементах могут существенно различаться.

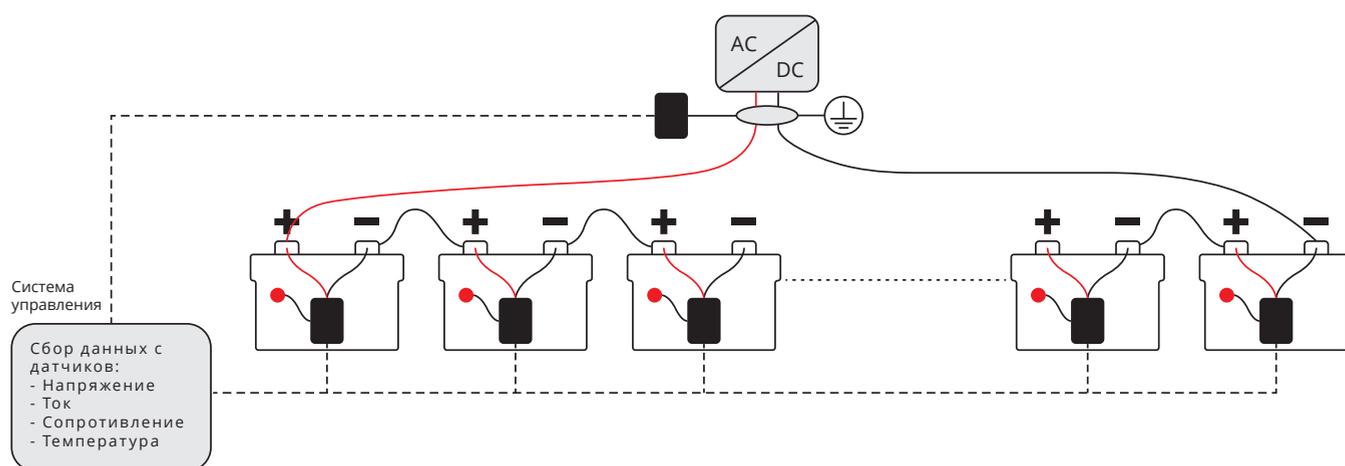
Перегрев, вызванный дисбалансом тока между параллельными группами АКБ

Батареи могут соединяться последовательно в одну линейку (для увеличения уровня напряжения батарейного массива), или параллельно (в том числе последовательные линейки), для увеличения общей емкости системы. Из-за дисбаланса характеристик АКБ в параллельных группах зарядный ток между ними может распределяться неравномерно, что может приводить к повышенному току в одной из линеек, и соответственно, к перегреву этой группы. Для предотвращения преждевременного старения и выхода из строя АКБ необходимо непрерывно контролировать распределение тока между параллельными группами батарей.

Система управления и мониторинга состояния батарей компании ИМПУЛЬС

Принимая во внимание вышеупомянутые причины, необходимо постоянно и непрерывно контролировать состояние батарей и предпринимать соответствующие действия при любой нештатной ситуации. Главный контроллер системы BMS встраивается непосредственно в ИБП ИМПУЛЬС ТРИ-АТЛОН, источник бесперебойного питания при наступлении критичных событий может автоматически отключать АКБ от системы, не допуская их фатального повреждения. Системы мониторинга и управления батареями ИМПУЛЬС предназначены для непрерывного мониторинга всех параметров, перечисленных ниже, и для защиты групп батарей от возможных неисправностей благодаря блоку мониторинга, подключенному к каждой батарее.

- Постоянный контроль температуры.
- Постоянный контроль напряжения.
- Балансировка элементов.
- Мониторинг текущего состояния и степени работоспособности батарей (SOH)
- Мониторинг и расчет текущего значения емкости (SOC)
- Контроль тока утечки на землю.
- Контроль распределения тока между параллельными линейками АКБ.



Постоянный контроль температуры

Температура батареи - один из важнейших параметров, информирующих нас о состоянии батареи. Для каждой батареи в системе управления батареями установлен 1 датчик температуры, указанный датчик прикреплен к батарее, и температура батареи контролируется непрерывно. Система позво-

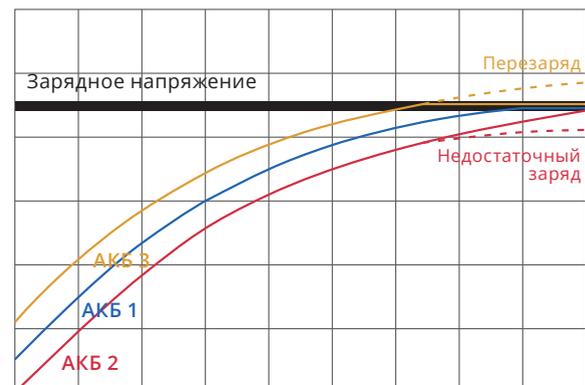
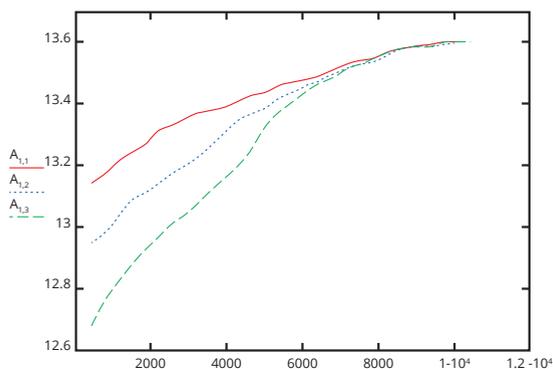
ляет настроить сигнал тревоги при достижении первого установленного значения температуры и сигнал отключения АКБ при достижении критического уровня температуры. Кроме того, информация о температуре батареи используется для температурной компенсации заряда.

Постоянный контроль напряжения

Блок контроля батареи подключается непосредственно к силовым клеммам АКБ и непрерывно передает уровень напряжения в главный контроллер ИБП. Для каждой АКБ могут быть настроены критические пороги напряжений выдачи аварийных сообщений или отключения батарей.

Балансировка элементов

Дисбаланс элементов батарейной системы приводит к ускоренному старению АКБ. Благодаря функции балансировки зарядный ток распределяется между батареями с учетом их текущего уровня напряжения. Благодаря перераспределению заряда между батареями АКБ с высоким напряжением защищены от перенапряжения, а батареи с пониженным напряжением получают дополнительный подзаряд, напряжение на всех АКБ в цепи балансируется. Таким образом, независимое регулирование заряда обеспечивается для всех батарей в группе.



На приведенных выше графиках показано, что зарядные напряжения аккумуляторов с разными начальными напряжениями сбалансированы во времени и обеспечивается защита от перезаряда / недостаточного заряда каждой АКБ в группе.

Мониторинг текущего состояния и степени работоспособности батарей (SOH)

К концу срока службы внутреннее сопротивление батареи возрастает. Измерение полного сопротивления батареи крайне эффективно для определения состояния батареи и дает точные результаты. В случае увеличения сопротивления батареи на 30% рекомендуется заменить батарею. Система контроля батарей ИМПУЛЬС регулярно измеряет сопротивление батарей и сравнивает его с контрольным значением. Когда значения сопротивления выходят за установленные пределы, выдается соответствующий информационный сигнал о необходимости замены АКБ.

Мониторинг и расчет текущего значения емкости (SOC)

Состояние заряда батареи - это индикатор, показывающий какое время автономной работы критичной нагрузки может обеспечить система АКБ. Для правильного планирования необходимо знать текущий уровень емкости батареи (в процентах по отношению к новым АКБ). Система управления батареями рассчитывает текущий уровень емкости и заряда и информирует пользователя о доступном времени автономного питания критичной нагрузки.

Контроль тока утечки на землю

Детектирование замыкания цепей АКБ на землю, которое может быть вызвано утечкой электролита из батарей гарантирует минимизацию рисков несчастного случая и пожара, которые могут привести к серьезным последствиям, благодаря своевременному обнаружению токов утечки. При обнаружении датчиками тока, которые могут быть дополнительно установлены на блоках контроля АКБ система может предотвратить возникновение опасных уровней токов замыкания на землю путем своевременного обнаружения и выдачи соответствующих тревог.

Контроль распределения тока между параллельными линейками АКБ

Токи, протекающие в параллельных линейках АКБ, контролируются с помощью датчиков тока, установленных в цепи каждой линейки. При обнаружении дисбаланса токов система выдает предупреждающие сообщения.

Компоненты системы мониторинга

• Модуль измерения и балансировки

- Производит измерения параметров отдельной АКБ и передает информацию главному блоку системы.
- Эргономичный дизайн позволяет легко прикреплять и снимать его с АКБ, а также обеспечивает удобство установки и обслуживания.



• Защитный и измерительный кабель

- Обеспечивает получение необходимых данных и результатов измерений для модуля.
- Предназначен для получения точных результатов измерений и обеспечения безопасности системы.
- Стандартная длина 20см. Клеммы подключения могут быть выбраны в соответствии с типом батареи.



• **Внешний температурный датчик**

- Позволяет измерять температуру в любой точке батареи.
- Стандартная длина составляет 10 см. Опционально может быть изготовлен с требуемой длиной.



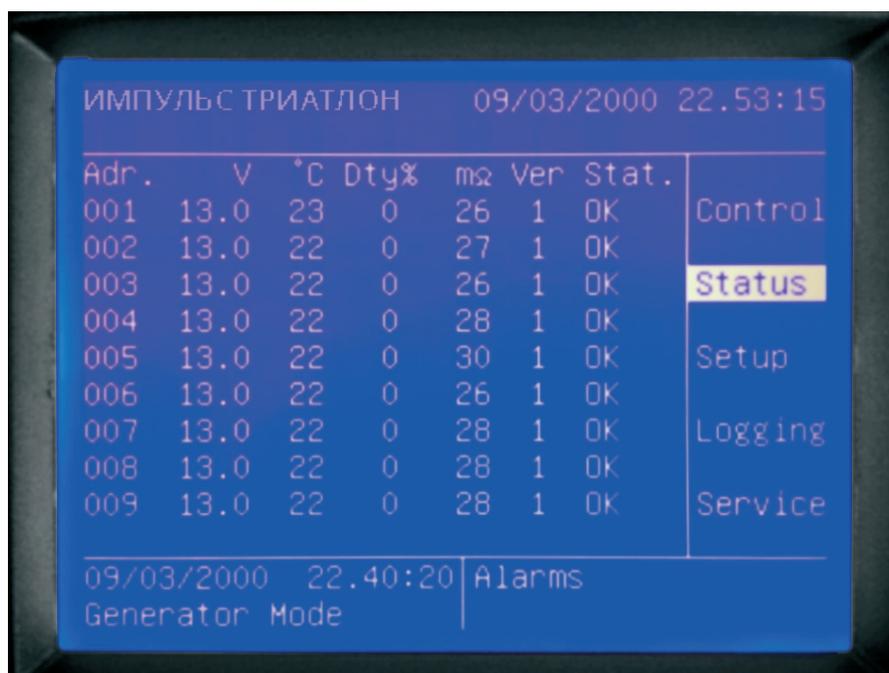
• **Информационный кабель**

- Обеспечивает информационную связь между модулями и главным модулем системы.
- Может быть изготовлен с индивидуальной длиной в соответствии с типом батарей и местом размещения.



• **Контрольная панель главного модуля, встроенная в ИБП:**

- Отображает напряжения, температуры, процент дисбаланса, внутреннее сопротивление АКБ, состояние АКБ и модулей мониторинга.
- Могут быть установлены пороговые значения для напряжений, температур и внутренних сопротивлений. При превышении лимитов будут генерироваться аварийные сообщения.
- Параметры передаются по протоколу Modbus, состояния и ошибки могут контролироваться дистанционно.





e-mail: info@impuls.energy
www.impuls.energy