ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59986— 2022/ IEC TR 61431:2020

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТЯГОВЫХ СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫХ БАТАРЕЙ

Общие технические требования

(IEC TR 61431:2020, Guidelines for the use of monitor systems for lead-acid traction batteries, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Национальной ассоциацией производителей источников тока «РУСБАТ» (Ассоциация «РУСБАТ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4, и Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «РСТ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 044 «Аккумуляторы и батареи»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 января 2022 г. № 30-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному документу IEC TR 61431:2020 «Руководство по применению систем мониторинга для тяговых свинцовых аккумуляторных батарей» (IEC TR 61431:2020 «Guidelines for the use of monitor systems for lead-acid traction batteries», IDT).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного документа для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети (*gost.e-ecolog.ru

© IEC, 2020
© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 1
4 Контролируемые характеристики и параметры 1
4.1 Общие положения 1
4.2 Месторасположение системы мониторинга батареи 1
4.3 Индикация степени заряженности или указатель уровня топлива 2
4.4 Информация о температуре батареи 2
4.5 Предупреждение о высокой температуре батареи 2
4.6 Предупреждение о низкой температуре 2
4.7 Индикация уровня электролита 2
4.8 Журнал поддержания уровня электролита 2
4.9 Однородность параметров аккумуляторов в батарее 3
4.10 Дата ввода батареи в эксплуатацию 3
4.11 Конфигурация батареи 3
5 Анализ и оценка характеристик и параметров 3
5.1 Индикация уровня заряда или указатель уровня топлива 3
5.2 Информация о температуре батареи 3
5.3 Индикация уровня электролита 4
5.4 Однородность параметров аккумуляторов в батарее 5
5.5 Плотность электролита 5
5.6 Рабочие характеристики 5
5.7 Возраст батареи 6
5.8 Паспорт батареи 6
5.9 Коммуникационные интерфейсы 6
5.10 Замыкания на землю 6
5.11 Человеческий фактор 7
6 Рекомендуемый перечень параметров системы мониторинга батареи 7
7 Анализ и оценка собранных данных 8
7.1 Поток данных 8
7.2 Прогноз остаточного срока службы 8
Приложение А (справочное) Пример определения остаточного срока службы тяговых свинцово-кислотных батарей 9

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТЯГОВЫХ СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫХ БАТАРЕЙ

Общие технические требования

Monitor systems for lead-acid traction batteries. General technical requirements

Дата введения — 2022—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие технические требования к системе автоматического мониторинга тяговых свинцово-кислотных батарей (далее — батареи), а также перечень характеристик и параметров, которые подлежат контролю и анализу систем мониторинга батарей (СМБ) для правильной оценки оператором рабочего состояния батареи.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте нормативные ссылки отсутствуют.

3 Термины, определения и сокращения

В настоящем стандарте термины и определения не введены.

ИСО и МЭК ведут терминологические базы данных для использования в стандартизации по следующим адресам:

- Электропедия МЭК: доступна на gost.e-ecolog.ru ;
- платформа онлайн-просмотра ИСО: доступна на gost.e-ecolog.ru .

4 Контролируемые характеристики и параметры

4.1 Общие положения

В настоящем разделе приведены характеристики и параметры, измерение и анализ которых проводят для оценки рабочего состояния батарей. Порядок, в котором перечислены параметры и характеристики, не устанавливает их приоритетность.

СМБ по настоящему стандарту представляет собой устройство, предназначенное для сбора и передачи данных, и не является системой контроля и управления батареей (СКУ), которую применяют для управления батареей.

4.2 Месторасположение системы мониторинга батареи

СМБ, как правило, устанавливают в одном из следующих мест:

a) непосредственно на батарее;

b) на зарядном устройстве;

c) на транспортном средстве (ТС).

Для обеспечения непрерывного и продолжительного мониторинга СМБ рекомендуется устанавливать в соответствии с перечислением a). При установке СМБ в соответствии с перечислениями b) и

Издание официальное

с) требуется применение дополнительных мер для правильного определения того, какая батарея в настоящее время отслеживается. Для распознавания батареи используют идентификатор батареи (ИБ), который расположен, например, на радиочастотной метке, двухмерном QR-коде, устройстве NFC или аналогичных хранилищах информации.

Если СМБ интегрирована непосредственно в батарею, то ИБ, как правило, хранится в самой СМБ, и вышеупомянутые способы идентификации батареи не требуются.

4.3 Индикация степени заряженности или указатель уровня топлива

Точные данные о степени заряженности (СЗ) или запасе хода ТС — ключевая функция системы мониторинга. СМБ должна отображать значения этих данных в виде измерителя уровня топлива с приемлемым допуском на погрешность и без необходимости проведения определения емкости. При низких значениях СЗ или запаса хода должен быть инициирован предупредительный сигнал.

4.4 Информация о температуре батареи

Температура батареи — главный измеряемый параметр. Расположение датчика температуры следует выбрать таким образом, чтобы была возможность измерять температуру электролита в самом горячем аккумуляторе батареи.

Если батарея питает оборудование, работающее, например, на холодильных складах, датчик рекомендуется устанавливать в самом холодном аккумуляторе батареи.

Фактические значения температуры, которые собраны в течение срока службы, необходимы для оценки разрядной емкости, настройки условий заряда и прогнозирования срока службы батареи.

4.5 Предупреждение о высокой температуре батареи

Следует учитывать, что температура выше 60 °С в течение нескольких часов может вызвать быстрое разрушение батареи. В батареях с регулирующими клапанами такие уровни температуры в течение нескольких часов могут вызвать тепловой разгон, что приведет к обильному выделению газа и полному разрушению аккумуляторов. СМБ должна генерировать соответствующий предупреждающий сигнал для оператора о высокой температуре.

4.6 Предупреждение о низкой температуре

Следует учитывать, что при температуре ниже минус 5 °С может произойти замерзание электролита в разряженной батарее. СМБ должна генерировать соответствующий предупреждающий сигнал в информационных целях.

4.7 Индикация уровня электролита

В батареях открытого типа для обеспечения установленного срока службы следует поддерживать заданный уровень электролита. С этой целью в электролит осуществляют периодическую доливку деионизированной или дистиллированной воды. Фактический уровень электролита, как правило, отображается на каждом аккумуляторе датчиком поплавкового типа, встроенным в вентиляционную или заливную пробку. Информация об уровне электролита в контролируемом аккумуляторе батареи, как правило, передается через соответствующие электрические цепи в систему измерения. При низком уровне электролита должен подаваться предупреждающий сигнал, в случае подтверждения которого следует добавить воду. Рекомендуется периодически проводить дополнительный визуальный осмотр, так как датчики поплавкового типа могут застрять, ошибочно показывая правильный уровень заполнения или вызывая переполнение аккумулятора.

4.8 Журнал поддержания уровня электролита

Частота добавления воды в батарею открытого типа и ее необходимое количество увеличиваются по мере старения батареи. Неблагоприятные условия эксплуатации и/или скрытые дефекты, как правило, дополнительно увеличивают потребность в техническом обслуживании. Дату регулировки уровня электролита и, если возможно, количество добавленной воды следует регистрировать в журнале в разделе записей технического обслуживания СМБ. Данное требование необходимо при использовании системы автоматического долива, управляемой зарядным устройством. Для этого требуется, как правило, чтобы СМБ располагалась в зарядном устройстве или имела возможность связываться с ним.

4.9 Однородность параметров аккумуляторов в батарее

Тяговая батарея представляет собой сборку из нескольких отдельных аккумуляторов по 2 В или моноблоков по 4, 6 или 12 В. Состояние каждого отдельного аккумулятора влияет на способность отдачи энергии, прием заряда и срок службы батареи. Рекомендуется постоянно контролировать значение напряжения каждого аккумулятора батареи для того, чтобы своевременно обнаружить существующие или развивающиеся отклонения от нормированных параметров. СМБ должна измерять и регистрировать значения напряжений аккумуляторов, например с интервалами в 1 мин и разрешением 10 мВ, и отображать их таким образом, чтобы абсолютные уровни напряжения или отклонение от среднего значения напряжения аккумулятора отображались с градуировкой цвета (зеленый—оранжевый—красный—мигающий красный) в соответствии с заданными отклонениями или абсолютными значениями. Дисплей должен визуально воспроизводить расположение аккумуляторов в батарее, чтобы оператор мог правильно руководствоваться выдаваемой информацией для проведения дальнейших проверок или соотнесения значений параметров аккумуляторов с расположением местных источников тепла, незатянутых разъемов и т. д.

4.10 Дата ввода батареи в эксплуатацию

Для правильного сопоставления измеряемых характеристик и контролируемых параметров батареи в ИБ должна быть внесена дата первого использования батареи или ввода ее в эксплуатацию в соответствии с 4.2, доступная СМБ.

4.11 Конфигурация батареи

Настоящий стандарт распространяется на батареи, сконфигурированные путем последовательного соединения аккумуляторов, моноблоков и батарей, и не распространяется на батареи, в которых аккумуляторы, моноблоки и батареи соединены параллельно.

5 Анализ и оценка характеристик и параметров

5.1 Индикация уровня заряда или указатель уровня топлива

СЗ батареи — доступное для разряда количество электричества, отнесенное к справочному значению емкости. Справочным значением емкости, как правило, является нормированная емкость 5-часового разряда, заявленная изготовителем. Расчетное доступное для дальнейшего разряда количество электричества $Q_{расч}$, А·ч, представляет собой значение СЗ, основанное на учете отданного количества электричества и вычисляемое по формуле

$$Q_{расч} = C_{нр} - Q_р,$$

где $C_{нр}$ — нормированная емкость, А·ч;

$Q_р$ — количество электричества, отданного при разряде, А·ч.

Данный подход является упрощенным, т. к. фактическая емкость батареи может не соответствовать нормированному значению емкости вследствие недостаточного заряда, старения, температуры и уровня тока разряда.

Следует учитывать, что суммирование значения отданного количества электричества и вычитание полученного значения из предполагаемой условной 100 %-ной СЗ в начале процедуры заряда может привести к индикации на СМБ неправильного значения СЗ. В расчете следует учитывать количество электричества, полученного при возможном промежуточном заряде или возврате для заряда энергии рекуперативного торможения.

Для более точной индикации СЗ батареи, ожидаемого времени автономной работы или оставшегося запаса хода ТС следует учитывать влияние большого числа фактических параметров и условий разряда на эффективную доступную емкость батареи.

5.2 Информация о температуре батареи

Следует учитывать, что емкость и срок службы батареи зависят от температуры электролита в аккумуляторе.

Повышенная температура ускоряет старение. Срок службы батареи уменьшается на 50 % при повышении температуры на каждые 10 °С относительно нормированной эталонной температуры 30 °С.

Для правильной работы в блоке тяговой батареи в металлическом ящике или аналогичных устройствах следует обеспечить однородную температуру аккумуляторов, при этом разница температур между самым горячим и самым холодным аккумулятором должна быть не более 3 °С. Если батарея разделена на два или более отдельных ящика на ТС, то датчик должен быть расположен таким образом, чтобы обеспечить однородность температуры.

Температурный датчик следует располагать так, чтобы на СМБ отражались средние температуры электролита, аккумулятора или батареи, предпочтительно в тех местах, в которых температура выше средних значений.

Допускается зонд датчика помещать в электролит или устанавливать его между стенками двух соседних аккумуляторов или моноблоков. Допускается зонд датчика также прикреплять к выводу аккумулятора. Измеренное значение должно представлять собой внутреннюю температуру аккумулятора или электролита, а не локальные горячие точки, возникшие из-за омического нагрева, вызванного слабозатянутыми или не соответствующими по размеру соединителями.

Датчики и соединительные провода должны быть защищены от коррозии.

Измеренные значения температуры в месте расположения датчика следует регистрировать в журнале и указывать время их измерений.

В таблице 1 приведены переменные t_1—t_5, которые следует использовать для расчета (суммирования) времени пребывания батареи в условиях различных температур. СМБ должна отправлять предупреждения и оповещения, если температура превышает значения, установленные в таблице 2.

При этом фактическое время, мин, в течение которого температура батареи находилась в определенном диапазоне, регистрируют в журнале вместе с ИБ, если это применимо.

Таблица 1 — Время пребывания аккумуляторов в градуированных диапазонах температур

Общее время пребывания аккумуляторов в градуированном диапазоне температур	Градация диапазонов температур, °С	
	для аккумуляторов открытого типа	для аккумуляторов с регулирующими клапанами
t_1	<10	<10
t_2	От 10 до 40	От 10 до 30
t_3	От 40 до 50	От 30 до 40
t_4	От 50 до 55	От 40 до 45
t_5	≥55	≥45

Таблица 2 — Значения температур аккумуляторов, при которых требуются соответствующие предупреждения и оповещения

Действие	Уставки температур выдачи сообщений, °С	
	для аккумуляторов открытого типа	для аккумуляторов с регулирующими клапанами
Отправка предупреждения	≥ 55	≥ 45
Отправка оповещения о высокой температуре	≥ 60	≥ 55

5.3 Индикация уровня электролита

Для аккумуляторов открытого типа требуется периодическая регулировка уровня электролита добавлением дистиллированной или деионизированной воды в соответствии с конкретными инструкциями изготовителя в зависимости от конструкции аккумулятора.

Мониторинг уровня электролита в контролируемых аккумуляторах допускается проводить дистанционно с отправкой в СМБ сигнала, указывающего нормальный уровень электролита или низкий уровень электролита. При поступлении предупреждающего сигнала «низкий уровень электролита» оператор должен проверить правильность предупреждения и, в случае подтверждения, выполнить регулировку уровня с помощью ручной или автоматической системы долива. Предупреждающий сигнал, как правило, имеет временну̀ю задержку, т. к. уровень электролита меняется в зависимости от степени заряженности и угла наклона батареи (т. е. автомобиль на склоне).

После завершения регулирования уровня электролита оператор должен удалить предупреждающий сигнал с дисплея СМБ.

Дата и время появления сигнала «низкий уровень электролита» и его удаления оператором должны быть зарегистрированы с указанием ИБ, если применимо.

Интервал между регулировками уровня электролита и поступлением запроса на выполнение такой операции технического обслуживания впоследствии можно восстановить по отметкам времени, хранящимся в СМБ.

5.4 Однородность параметров аккумуляторов в батарее

Одинаковые условия работы аккумуляторов в батарее являются ключевыми факторами для достижения длительного срока службы. Все полученные данные должны быть привязаны к ИБ, если это применимо.

СМБ должна регистрировать с интервалами в 1 мин и разрешением 10 мВ во время заряда, разряда и режима ожидания одно из следующих значений:

1) напряжения каждого отдельного аккумулятора;

2) напряжения каждого отдельного моноблока;

3) напряжения каждой половины батарейной цепочки;

4) суммарные напряжения равного числа аккумуляторов, соединенных последовательно, но не более шести аккумуляторов для каждого контролируемого напряжения.

При организации мониторинга параметров аккумуляторов для обеспечения своевременной выдачи соответствующих предупреждений следует принимать в расчет число кабелей датчиков и связанных с ними контактов, параметры СМБ, характеризующие ее возможности по скорости регистрации и объему хранения данных, а также скорость алгоритмов СМБ, предназначенных для обнаружения начинающегося ухудшения рабочих характеристик батареи.

Измеренные значения напряжения должны иметь временну̀ю метку и, следовательно, обеспечивать корреляцию со значением и направлением тока, протекающего через батарею, и температурой батареи с целью определения профиля нагрузок использования рассматриваемой батареи.

5.5 Плотность электролита

Электролит батареи участвует в электрохимических реакциях во время ее заряда и разряда. Концентрация серной кислоты и связанная с ней величина — плотность электролита, изменяются в зависимости от СЗ батареи.

Как правило, концентрацию электролита выражают как плотность, г/мл, при эталонной температуре 30 °С.

Таким образом, оператор может, например, проверить завершение заряда батареи и состояние аккумулятора путем ручного измерения плотности электролита с помощью ареометра.

Следует учитывать, что устройства, которые при установке в аккумуляторе могли бы измерять и сообщать соответствующее значение плотности в СМБ в виде электрического сигнала, не применяют в связи с отсутствием таких устройств, обеспечивающих требуемый уровень надежности.

Допускается использовать эмпирическую корреляцию между наблюдаемым напряжением разомкнутой цепи аккумулятора (НРЦ) $U_{НРЦ}$, В, и плотностью электролита $\rho_{эл}$, г/мл, в диапазоне температур 15 °С — 35 °С, которую вычисляют по формуле

$$\rho_{эл} = U_{НРЦ} - 0{,}840.$$

Не рекомендуется использовать данную эмпирическую корреляцию для своевременного отображения СМБ плотности электролита, т. к. для получения установившихся значений плотности требуется несколько часов в режиме ожидания при разомкнутой цепи.

5.6 Рабочие характеристики

Любой разряд батареи вызывает небольшую необратимую деградацию структур аккумуляторов, участвующих в накоплении и отдаче энергии из батареи.

Общее количество электричества или энергии, которая может быть отдана батареей в течение срока ее службы, как правило, определяют как способность пропускания заряда, т. е. произведение нормированной емкости батареи на число полных разрядов или циклов до установленного конечного напряжения при 30 °С.

Разряды на малую или большую глубину изменяют способность пропускания заряда батареей, как показано в приложении А.

Следует сформировать несколько сводных наборов данных о пропускании заряда батареей. Сводные наборы данных, установленные ниже, должны сопровождаться указанием ИБ:

- $\sum Q_1$ суммарное количество электричества, отданного при разрядах, А·ч, где разряд определяется направлением тока, протекающего от батареи;
- $\sum Q_2$ суммарное количество электричества, полученного при зарядах, А·ч, где заряд определяется направлением тока, протекающего к батарее.

Допускается также суммировать пропущенную энергию и сохранять ее в СМБ, например:

- $\sum E_1$ суммарное количество энергии, отданной при разрядах, Вт·ч, где разряд определяется направлением тока, протекающего от батареи;
- $\sum E_2$ суммарное количество энергии, полученной при зарядах, Вт·ч, где заряд определяется направлением тока, протекающего к батарее.

5.7 Возраст батареи

Определенные параметры батареи, зарегистрированные или рассчитанные СМБ, следует оценивать в зависимости от количества дней, прошедших с момента ввода батареи в эксплуатацию. Такая дата должна быть правильно определена, привязана к ИБ и быть доступной для СМБ с применением соответствующих средств, таких как радиочастотная метка, двухмерный QR-код, устройство NFC или аналогичные, если применимо.

5.8 Паспорт батареи

Обязательный набор данных о состоянии и рабочих характеристиках соответствующей батареи, должен быть доступен СМБ в полном объеме по ее автоматическому запросу.

Данные допускается хранить на радиочастотных метках, двухмерных QR-кодах или аналогичных устройствах.

Набор данных должен включать, например:

- дату ввода батареи в эксплуатацию;
- нормированную емкость C_5 из расчета разряда 5 ч до 1,70 В/аккумулятор при 30 °С;
- нормированную способность пропускания заряда в течение срока службы батареи, в единицах 5-часовой емкости;
- ограничения по температуре на проведения разряда и заряда;
- ограничения по току, напряжению и времени при проведении заряда и разряда;
- рекомендуемый(ые) профиль(и) заряда;
- массу батареи и наименование изготовителя батареи;
- нормируемую плотность электролита при температуре 30 °С, если применимо (для аккумуляторов открытого типа).

5.9 Коммуникационные интерфейсы

СМБ должна быть оснащена устройствами для обеспечения визуального контроля (сигнальные лампы и индикаторы) для информирования оператора.

Для СМБ должен быть обеспечен доступ к собранным данным. Допускается применять беспроводную связь и/или использовать облачные системы, из которых можно получить доступ к данным. Для хранения и обмена данными рекомендуется использовать формат файлов .csv или значений, разделенных запятыми, обеспечивающих загрузку и анализ данных с помощью программного обеспечения для электронных таблиц.

Рекомендуется обеспечить обмен данными между СМБ и зарядным устройством и/или ТС с использованием интерфейсов связи по стандартам WWAN, WLAN, WPAN, Bluetooth или CAN-bus.

Взаимодействие СМБ с оператором и батарейной системой должно гарантировать, что не будет допущено развития потенциально опасных ситуаций (например, чрезмерных температур), а также, что СМБ не вызовет внезапную остановку работы или движения ТС. Предпочтительнее повредить батарею, чем останавливать движение ТС во время подъема, на пересечении дорог или железнодорожных путей.

5.10 Замыкания на землю

Попадание электролита на поверхность аккумуляторов может привести к образованию проводящих путей к заземлению. Такие пути могут вызвать протекание токов замыкания на землю и связанная с этим дуга может воспламенить батарею.

Для контроля сопротивления изоляции между батареей и рамой ТС рекомендуется наличие в СМБ функции контроля замыкания на землю.

Рекомендуемое сопротивление изоляции:

- для батарей, находившихся в эксплуатации — не менее 50 Ом/В, но не менее 1000 Ом на батарею;
- для новых батарей — не менее 1 МОм.

Более строгие требования к сопротивлению изоляции следует применять при наличии таких требований установленных для батарей конкретных применений.

5.11 Человеческий фактор

СМБ предоставляет информацию и рекомендации, необходимые для увеличения срока службы батареи.

Функции регистрации данных и предупреждений СМБ способствуют выявлению нарушений, которые могут привести к применению к оператору трудовых санкций, аннулированию гарантии на батарею или выявлению производственных дефектов в ней.

СМБ должна быть оснащена встроенными средствами защиты, предотвращающими преднамеренную потерю или удаление данных, а также обход защитных функций.

6 Рекомендуемый перечень параметров системы мониторинга батареи

Рекомендуемый перечень параметров батареи, регистрируемых СМБ, полученных по результатам прямых измерений или рассчитанных СМБ, приведен в таблице 3 с указанием точности регистрации данных, доступных оператору батареи.

Таблица 3 — Рекомендуемый перечень параметров батареи, регистрируемых СМБ

Параметр	Единица измерения	Точность регистрации данных
Время	мин	1
Журнал температуры	°С	1
Средняя температура батареи	°С	1
Максимальная регистрируемая температура батареи	°С	1
Минимальная регистрируемая температура батареи	°С	1
Суммарное время пребывания батареи в каждом из градуированных диапазонов температур от t_1 до t_5 согласно таблице 1	мин	10
Журнал напряжения батареи	В	0,1
Суммарное время, в течение которого напряжение батареи под нагрузкой было менее значения напряжения, установленного как значение напряжения глубокого разряда или значение СЗ менее допустимого значения, установленного изготовителем	мин	1
Журнал напряжения для одного аккумулятора или моноблока	В	0,01
Журнал тока разряда	А	1
Журнал тока заряда	А	1
Количество электричества, отданного при разрядах с момента последнего заряда	А·ч	0,1
Количество электричества, полученного при зарядах с момента последнего разряда	А·ч	0,1
Суммарное время разряда	мин	1
Общее количество электричества, отданного при разрядах с момента ввода в эксплуатацию батареи	А·ч	1
Общее количество электричества, отданного при разрядах	в единицах нормированной емкости	0,1
Суммарное время заряда	мин	1

Окончание таблицы 3

Параметр	Единица измерения	Точность регистрации данных
Общее количество электричества, полученного при зарядах с момента ввода в эксплуатацию батареи	А·ч	1
Число событий разряда продолжительностью более 5 мин	—	1
Число зарядов продолжительностью более 5 мин	—	1
Суммарное время пребывания батареи при разомкнутой цепи, т.е. при токе разряда менее 0,5 А	мин	10
Общее количество энергии, отданной при разрядах с момента ввода в эксплуатацию батареи	кВт·ч	1
Общее количество энергии, полученной при зарядах с момента ввода в эксплуатацию батареи	кВт·ч	1
Интервал между прохождением предупреждающего сигнала и завершением корректирующих действий	мин	10
Предупреждения о необходимости регулировки уровня электролита	—	1
Журнал временно́го интервала между предупреждениями о необходимости регулировки уровня электролита и выполненными корректирующими действиями	мин	10

Приведенный в таблице 3 перечень параметров батарей, регистрируемых СМБ, является рекомендованным, допускается формирование других наборов параметров для характеристики фактического состояния батареи и ее остаточного срока службы.

7 Анализ и оценка собранных данных

7.1 Поток данных

Пример потока данных в СМБ показан на рисунке 1.

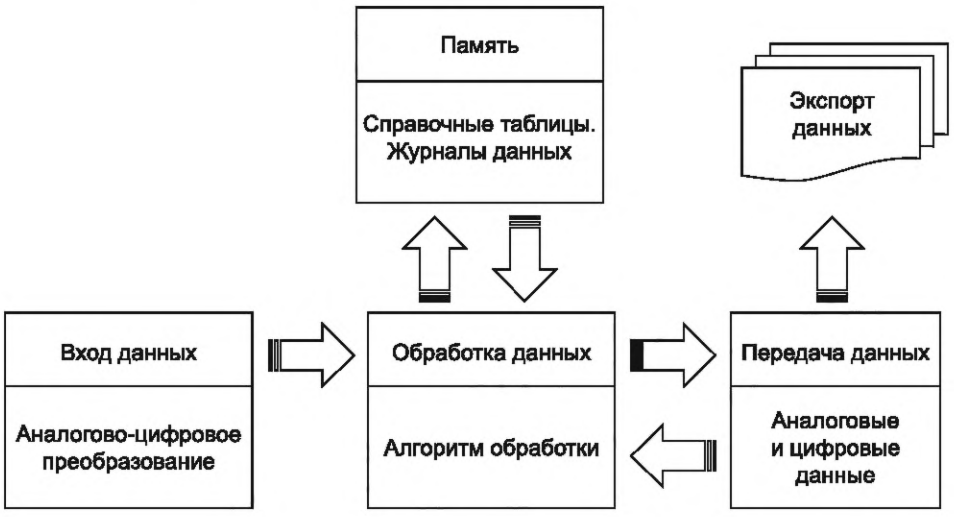


Рисунок 1 — Пример потока данных в СМБ

7.2 Прогноз остаточного срока службы

Остаточный срок службы батареи, как правило, выражают как оставшуюся или остаточную способность пропускания заряда $\sum Q_{ост1}$, А·ч.

При применении такого упрощенного подхода предполагают, что батарею будут эксплуатировать в условиях, в которых изготовитель гарантирует срок службы батареи, выраженный в количестве циклов или способности пропускания заряда.

Остаточную способность пропускания заряда $\sum Q_{ост1}$, А·ч, определяют как разницу между гарантированной изготовителем общей способности пропускания заряда $\sum Q_1$ и суммарным количеством электричества, уже отданного при разрядах $\sum Q_{р1}$, и вычисляют по формуле

$$\sum Q_{ост1} = \sum Q_1 - \sum Q_{р1}.$$

Значение $\sum Q_{р1}$ должно включать поправочные коэффициенты, учитывающие прошедшую историю эксплуатации батареи в конкретных условиях.

Пример метода расчета остаточного срока службы батареи приведен в приложении А.

Приложение А
(справочное)

Пример определения остаточного срока службы тяговых свинцово-кислотных батарей

А.1 Общие положения

В настоящем приложении приведен пример модельного расчета остаточных способности пропускания заряда и срока службы батареи. Остаточный срок службы рассчитывают на основе гарантированной изготовителем общей способности пропускания заряда $\sum Q_1$. Остаточную способность пропускания заряда определяют путем вычитания суммы уже отданного при разрядах количества электричества $\sum Q_{р1}$ и потери способности пропускания заряда из-за дополнительной деградации, возникающей вследствие неидеальных условий эксплуатации.

Общепримененимый перечень факторов, влияющих на степень деградации батареи, отсутствует. Факторы воздействия, используемые в формулах настоящего стандарта, и результирующая степень деградации, показанная в примерах, основаны на общем отраслевом опыте и являются справочными данными. Конкретные значения для расчета следует запрашивать у изготовителя батареи.

А.2 Потеря емкости вследствие воздействия внешних факторов

А.2.1 Определение воздействия глубокого разряда

Глубокий разряд сокращает срок службы батареи. Батарея находится в состоянии глубокого разряда, если выполняется одно или несколько из следующих условий перечислений a), b) или c):

a) разряжено/использовано более 80 % (аккумуляторы открытого типа) или от 60 % до 80 % (аккумуляторы VRLA, в зависимости от изготовителя и размера батареи) нормированной емкости C_5;

b) во время разряда значение напряжения менее значения, показанного непрерывной линией на рисунке А.1, и зарегистрировано в течение более 1 мин;

c) во время хранения аккумулятора НРЦ снизилось:

- для батарей открытого типа — менее значения напряжения, вычисленного по формуле

$$U_{НРЦ} = 0{,}84 + d_{мин},$$

где $d_{мин}$ — плотность электролита, г/мл, при глубине разряда 80 % (C_5) и температуре 30 °С;

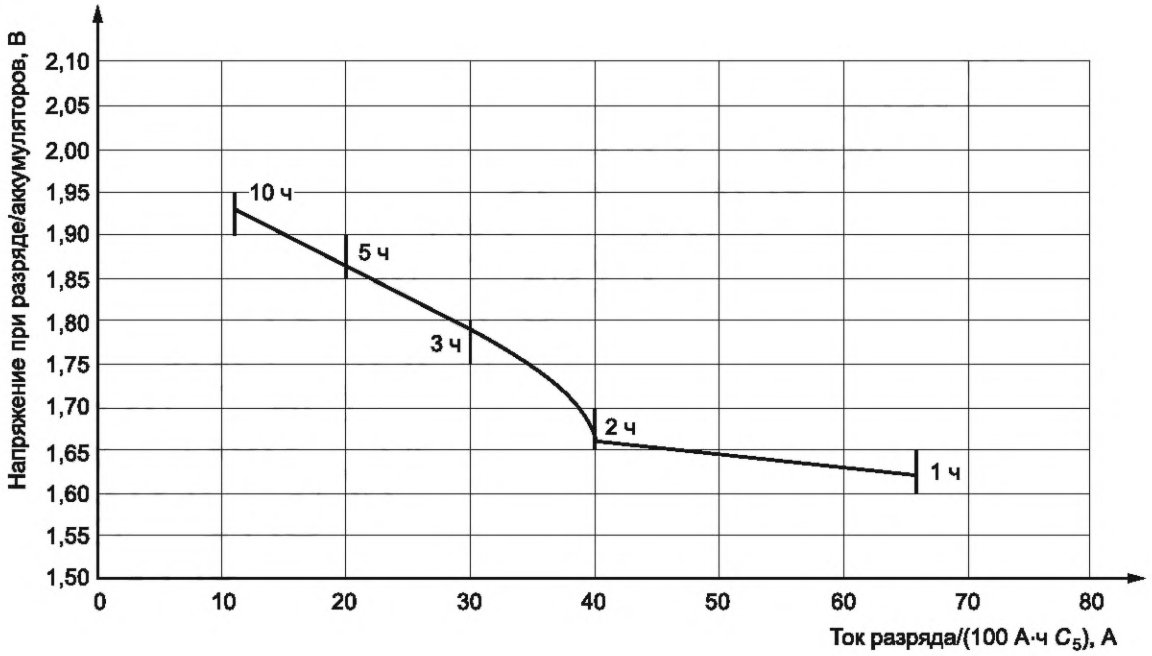
- для батарей VRLA — значение НРЦ менее значения напряжения, установленного изготовителем.

При каждом из условий по перечислениям a), b) и c) генерируются значения продолжительности времени, которые накапливаются в том же журнале в соответствии с таблицей 3, строка номер 8.

Продолжительность пребывания батареи в условиях глубокого разряда $t_{гл}$, мин, ухудшает остаточную способность пропускания заряда $Q_{р2}$, А·ч, вычисляемую по формуле

$$Q_{р2} = \Sigma\left(Q_1 \frac{t_{гл}}{60}\frac{1}{24}\frac{1}{30}\frac{5}{100}\right),$$

где Q_1 — заявленное изготовителем значение гарантированной способности пропускания заряда, А·ч.



Примечание — Значения тока и напряжения являются характеристиками аккумуляторов конкретных конструкций, и изготовитель батареи предоставляет наиболее подходящие значения для контролируемого типа аккумулятора.

Рисунок А.1 — График зависимости между напряжениями и токами разряда, указывающий на состояние глубокого разряда

А.2.2 Определение влияния температуры батареи

Если рабочая температура выше нормированной температуры батареи $T_{нр}$, равной 30 °С, то химические процессы, происходящие в батарее, ускоряются и приводят к сокращению ее срока службы. Ухудшение способности пропускания заряда $Q_{р3}$, А·ч, вызванное температурой, допускается вычислять по формуле, используя среднее значение $T_{экспл}$ батареи:

$$Q_{р3} = Q_1\left(1-\frac{T_{нр}}{T_{экспл}}\right),$$

где Q_1 — заявленная изготовителем гарантированная способность пропускания заряда, А·ч.

А.2.3 Определение воздействия высоких токов разряда

Ухудшение нормированных характеристик батареи, вызванное высокими токами разряда, допускается рассчитывать, используя средний коэффициент тока разряда $f_{т.р} = \frac{I}{I_5}$. Если коэффициент тока разряда более 1,0, то происходит ухудшение нормированных характеристик батареи.

Ухудшение нормированной пропускной способности батареи $Q_{р4}$ вследствие работы на высоких токах разряда вычисляют по формуле

$$Q_{р4} = Q_1\left(1-\frac{1}{\left[1+\frac{7}{T_{нр}}\ln\left(f_{т.р}\right)\right]}\right),$$

где $T_{нр}$ — нормированная температура батареи, °С;

$f_{т.р}$ — средний коэффициент тока разряда;

Q_1 — заявленная изготовителем гарантированная пропускная способность батареи, А·ч.

А.2.4 Определение воздействия пребывания батареи в состоянии простоя

Следует учитывать негативное влияние простоя батареи на срок ее службы, т. к. необратимые химические реакции продолжают протекать и в условиях простоя.

Таблица А.1 — Коэффициент ухудшения характеристик батареи вследствие старения в состоянии простоя

Тип аккумулятора	Коэффициент ухудшения характеристик $f_{пр}$	Ожидаемый срок службы, лет
Аккумуляторы открытого типа	0,14	7
Аккумуляторы с регулирующими клапанами	0,20	5

Уменьшение срока службы батареи вследствие старения в состоянии простоя $Q_{р5}$, А·ч/год, вычисляют по формуле

$$Q_{р5} = af_{пр}\ Q_1,$$

где a — суммарная продолжительность времени, в течение которого батарея не использовалась более 40 дней, год;

$f_{пр}$ — коэффициент ухудшения нормированных характеристик согласно таблице А.1;

Q_1 — заявленная изготовителем гарантированная пропускная способность, А·ч.

А.2.5 Определение остаточной способности пропускания заряда

Остаточную способность пропускания заряда $\sum Q_{ост1}$, А·ч, вычисляют по формуле:

$$\sum Q_{ост1} = \sum Q_1 - Q_{р1} - Q_{р2} - Q_{р3} - Q_{р4} - Q_{р5}.$$

Для автоматического контроля расчет следует выполнять в конце каждого цикла заряда.

А.2.6 Определение остаточного числа циклов

Остаточное число доступных циклов разряда батареи $n_{ост}$ вычисляют по формуле

$$n_{ост} = \frac{\sum Q_{ост}}{DC_{нр}},$$

где $\sum Q_{ост}$ — остаточная пропускная способность батареи, А·ч;

D — глубина разряда батареи, в долях от нормированной;

$C_{нр}$ — нормированная емкость при 5-часовом режиме разряда батареи, А·ч.

УДК 621.355:006.354 ОКС 29.220.20

Ключевые слова: тяговые свинцово-кислотные батареи, система мониторинга, общие технические требования

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 24.01.2022. Подписано в печать 01.02.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч-изд. л. 1,68.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru