ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р МЭК 62619— 2023

АККУМУЛЯТОРЫ И АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ, СОДЕРЖАЩИЕ ЩЕЛОЧНОЙ ИЛИ ДРУГИЕ НЕКИСЛОТНЫЕ ЭЛЕКТРОЛИТЫ

Требования безопасности для литиевых аккумуляторов и батарей промышленных применений

(IEC 62619:2022, Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

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

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 21 июня 2023 г. № 427-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 62619:2022 «Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Требования безопасности для литиевых аккумуляторов и батарей для промышленных применений» (IEC 62619:2022, Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications, IDT).

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

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА.

Дополнительные сноски в тексте стандарта, выделенные курсивом, приведены для пояснения текста оригинала

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р МЭК 62619—2020

*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 Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© IEC, 2022
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

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 и определения 2
4 Допуски измерения параметров 4
5 Общие вопросы безопасности 4
5.1 Общие положения 4
5.2 Провода и изоляция 4
5.3 Стравливание 5
5.4 Управление температурой, напряжением, током 5
5.5 Выводные контакты батарейного блока и/или батарейной системы 5
5.6 Монтаж батарейных систем из аккумуляторов, модулей или батарейных блоков 5
5.7 Рабочая зона литиевых аккумуляторов и батарейных систем, требуемая для их безопасного использования 6
5.8 Блокировка системы (функция блокировки системы) 6
5.9 План качества 6
6 Условия типовых испытаний 6
6.1 Общие положения 6
6.2 Виды испытаний 7
7 Методы испытаний и требования 8
7.1 Процедуры заряда для испытания 8
7.2 Разумно предсказуемое неправильное использование 8
7.3 Внутреннее короткое замыкание. Оценка конструкции 13
8 Безопасность батарейной системы (с учетом функциональной безопасности) 15
8.1 Общие требования 15
8.2 Система контроля и управления батареей (или блок контроля и управления батареей) 16
9 Электромагнитная совместимость 19
10 Информация по технике безопасности 19
11 Маркировка и обозначение 19
12 Упаковка и транспортирование 19
Приложение А (обязательное) Рабочая зона безопасного использования аккумуляторов 20
Приложение В (справочное) Процедура испытания на распространение возгорания, инициированного лазером 23
Приложение С (справочное) Процедура испытания на распространение возгорания методами, отличными от лазера 25
Приложение D (справочное) Упаковка и транспортирование 26
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам 27
Библиография 28

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АККУМУЛЯТОРЫ И АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ, СОДЕРЖАЩИЕ ЩЕЛОЧНОЙ ИЛИ ДРУГИЕ НЕКИСЛОТНЫЕ ЭЛЕКТРОЛИТЫ

Требования безопасности для литиевых аккумуляторов и батарей промышленных применений

Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes.
Safety requirements for lithium batteries and batteries for industrial applications

Дата введения — 2023—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на литиевые аккумуляторы, аккумуляторные батареи, батарейные модули (БМ), блоки (ББ) и системы (БС), далее совместно именуемые накопителями аккумуляторными (НА), предназначенные для промышленных стационарных (телекоммуникация, бесперебойные и резервные источники питания, системы накопления электрической энергии и т. д.) и подвижных (вилочный погрузчик, гольф-кар, автоматически управляемые автомобили, железнодорожные и морские транспортные средства, за исключением дорожных транспортных средств) применений и устанавливает минимальные общие требования безопасности и методы испытаний для НА по их первому использованию по предназначению. Использование НА после завершения основного срока службы в целях повторного использования по предназначению или смены назначения не относится к области применения настоящего стандарта.

При наличии стандарта МЭК, определяющего условия испытаний и требования к аккумуляторам, аккумуляторным батареям и батарейным системам на их основе, используемым в специальных целях и которые противоречат настоящему стандарту, приоритет имеет специализированный стандарт МЭК (например, серия стандартов МЭК 62660, касающихся дорожных транспортных средств).

Электрическая безопасность НА включена только в рамках анализа рисков, предусмотренного в разделе 8. Конкретные требования электрической безопасности должны включать требования стандарта на изделия конечного применения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

IEC 62133-2:2017, Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Safety requirements for portable sealed secondary lithium cells, and for batteries made from them, for use in portable applications. Part 2 — Lithium systems (Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной и другие некислотные электролиты. Требования безопасности для портативных герметичных литиевых аккумуляторов и батарей из них для портативных применений. Часть 2. Системы на основе лития)

IEC 62620:2014, Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Secondary lithium cells and batteries for use in industrial applications (Аккумуляторы и батареи с щелочными или другими некислотными электролитами. Литиевые аккумуляторы и батареи промышленного применения)

Издание официальное

ISO/IEC Guide 51, Safety aspects — Guidelines for their inclusion in standards (Аспекты безопасности. Руководящие указания по включению их в стандарты)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по Руководству ИСО/МЭК 51, а также следующие термины с соответствующими определениями.

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

- Электропедия МЭК, доступная на gost.e-ecolog.ru ;
- платформа онлайн-просмотра ИСО, доступная на gost.e-ecolog.ru .

3.1 **безопасность** (safety): Отсутствие неприемлемого риска.

3.2 **риск** (risk): Сочетание вероятности возникновения ущерба и тяжести этого ущерба.

[Руководство ISO/IEC 51:2014, 3.9, изменено — удалено примечание 1 к статье]

3.3 **вред** (harm): Физический ущерб здоровью, имуществу или окружающей среде.

[Руководство ISO/IEC 51:2014, 3.1]

3.4 **опасность** (hazard): Потенциальный источник вреда.

[Руководство ISO/IEC 51:2014, 3.2]

3.5 **использование по назначению** (intended use): Использование продукта, процесса или услуги в соответствии со спецификациями, инструкциями и информацией, предоставленной поставщиком.

3.6 **предсказуемое неправильное использование** (reasonably foreseeable misuse): Использование продукта, процесса или услуги таким образом, который не предусмотрен поставщиком, но который может быть результатом легко предсказуемого поведения человека.

[Руководство ISO/IEC 51:2014, 3.7, изменено — слова «или система» заменены на слова «процесс или услуга», примечания к статье удалены]

3.7 **литиевые аккумуляторы, аккумуляторы** (secondary lithium cell, cell): Вторичный элемент, в котором электрическая энергия возникает вследствие реакций внедрения/извлечения ионов лития или реакций окисления и восстановления лития на отрицательном и положительном электродах.

Примечание — Аккумулятор содержит электролит, состоящий из соли лития и органического растворителя в жидкой, загущенной или твердой форме, и металлический корпус или оболочку из ламинированной пленки. Он не готов к использованию в конечном устройстве применения, поскольку еще не оснащен внешним корпусом, выводными разъемами и электронным устройством управления.

3.8 **блок аккумуляторов** (cell block): Группа аккумуляторов, соединенных в параллельную конфигурацию, которая содержит или не содержит защитные устройства [например, предохранители или устройства с положительным температурным коэффициентом PTC[1)]] и устройства сбора данных.

Примечание — Блок аккумуляторов не готов к использованию в конечном устройстве применения, поскольку еще не оснащен внешним корпусом, выводными разъемами и электронным устройством управления.

3.9 **модуль** (module): Группа аккумуляторов, соединенных друг с другом в последовательной и/или параллельной конфигурации, которая содержит или не содержит защитные устройства (например, предохранители или устройства с положительным коэффициентом PTC) и устройства сбора данных.

3.10 **батарейный блок** (battery pack): Накопитель энергии, который состоит из одного или нескольких электрически соединенных аккумуляторов или модулей, содержащий устройство сбора данных, которое предоставляет информацию (например, о напряжении) в батарейную систему для обеспечения безопасности, сохранения рабочих характеристик и срока службы батареи.

Примечание — Батарейный блок может иметь защитный корпус и может быть снабжен соединительными выводами или другим соединительным устройством.

3.11 **батарейная система, батарея** (battery system, battery): Система, состоящая из одного или нескольких аккумуляторов, модулей или батарейных блоков и имеющая систему контроля и управления для отключения в случае перезаряда, превышения тока, переразряда и перегрева.

[1)] *PTC — многоразово срабатывающий самовосстанавливающийся предохранитель на превышение тока и температуры (справка разработчика стандарта).*

Примечания

1 Отключение в случае переразряда не является обязательным при наличии соглашения между изготовителем аккумулятора и потребителем.

2 Батарейная система может иметь устройства охлаждения или подогрева. Более чем одна батарейная система может составлять большую батарейную систему. Батарейную систему иногда также называют батареей.

3.12 **система контроля и управления батареей;** СКУ (battery management system; BMS): Электронная система, связанная с батареей, которая имеет функции управления током в случае перезаряда, превышения тока, переразряда и перегрева и которая контролирует и/или управляет состоянием батареи, рассчитывает вторичные данные, передает эти данные и/или контролирует окружение батареи для обеспечения безопасности, рабочих характеристик и/или срока службы батареи.

Примечания

1 Отключение в случае переразряда не является обязательным, при наличии соглашения между изготовителем аккумулятора и потребителем.

2 Функции СКУ могут быть переданы батарее или оборудованию, которое использует батарею (см. рисунок 6).

3 СКУ можно разделить и разместить частично в батарейном блоке и частично в оборудовании, которое использует батарею (см. рисунок 6).

4 СКУ иногда также называют БКУ (блок контроля и управления).

3.13 **утечка** (leakage): Видимый выход жидкого электролита.

3.14 **стравливание** (venting): Высвобождение избыточного внутреннего давления из аккумулятора, модуля, батарейного блока или батарейной системы таким образом, чтобы предотвратить разрыв или взрыв.

3.15 **разрыв** (rupture): Механическое разрушение корпуса аккумулятора или батареи, вызванное внутренней или внешней причиной, приводящей к обнажению или разливу материалов, но не их выбросу.

3.16 **взрыв** (explosion): Авария, возникающая при резком открытии корпуса аккумулятора или батареи, сопровождающемся сильным выбросом твердых компонентов.

Примечание — При этом выбрасываются также жидкость, газ и дым.

3.17 **воспламенение** (fire): Излучение пламени из аккумулятора, модуля, батарейного блока или батарейной системы длительностью более 1 с.

Примечание — Искры и искрение не считают воспламенением.

3.18 **нормированная емкость** (rated capacity): Значение емкости аккумулятора или батареи, получаемое при определенных условиях и объявленное изготовителем.

Примечание — Нормированная емкость — это количество электричества C_n, А·ч, заявленное изготовителем, которое аккумулятор или батарея может отдать при n-часовом разряде при заряде, хранении и разряде при условиях, указанных в 6.3.1 МЭК 62620:2014.

[МЭК 60050-482:2004, 482-03-15, модифицирован путем добавления в определение слов «аккумулятора или» и примечания]

3.19 **верхний предел напряжения заряда** (аккумулятора) [upper limit charging voltage (of a cell)]: Наибольшее напряжение при заряде в рабочей зоне аккумулятора, установленное изготовителем аккумулятора.

3.20 **нижний предел напряжения разряда** (аккумулятора) [lower limit discharging voltage (of a cell)]: Наименьшее напряжение разряда в рабочей зоне аккумулятора, установленное изготовителем аккумулятора.

3.21 **максимальный ток заряда** (аккумулятора) [maximum charging current (of a cell)]: Максимальный ток заряда в рабочей зоне аккумулятора, установленный изготовителем аккумулятора.

3.22 **максимальный ток разряда** (аккумулятора) [maximum discharging current (of a cell)]: Максимальный ток разряда в рабочей зоне аккумулятора, установленный изготовителем аккумулятора.

3.23 **тепловой разгон** (thermal runaway): Неконтролируемое интенсивное повышение температуры аккумулятора, обусловленное экзотермической реакцией.

4 Допуски измерения параметров

Общая погрешность контролируемых или измеряемых значений относительно заданных или фактических значений должна находиться в следующих пределах:

a) ±0,5 % для напряжения;

b) ±1 % для тока;

c) ±2 °C для температуры;

d) ±0,1 % для времени;

e) ±1 % для массы;

f) ±1 % для размеров.

Указанные допустимые погрешности измерений включают в себя комбинированную погрешность измерительных инструментов и приборов, метода измерения и другие погрешности, возникающие при проведении испытания.

Подробную информацию об используемых приборах следует приводить в любом отчете о результатах испытаний.

5 Общие вопросы безопасности

5.1 Общие положения

Безопасность НА требует рассмотрения двух видов условий применения:

1) использование по назначению;

2) разумно предсказуемое неправильное использование.

НА должны быть сконструированы и изготовлены таким образом, чтобы они были безопасны в условиях как использования по назначению, так и разумно предсказуемого неправильного использования. НА, используемые по назначению, не только должны быть безопасными, но и оставаться полностью работоспособными.

Допускается, что НА, подвергшиеся неправильному использованию, могут не функционировать. Однако, даже если такая ситуация происходит, они не должны представлять опасность.

Потенциальные опасности, которые являются предметом настоящего стандарта:

a) воспламенение;

b) взрыв;

c) утечка из аккумулятора электролита;

d) выброс, при котором происходит непрерывный выпуск легковоспламеняющихся газов и/или дыма;

e) разрыв корпуса аккумулятора, БМ, ББ или БС с выходом внутренних компонентов.

Соответствие требованиям 5.1, перечисления a) и b), проверяют с помощью испытаний, установленных в разделах 6, 7 и подразделе 8.2, и сообразно соответствующему стандарту (см. раздел 2). Соответствие требованиям 5.1, перечисления c)—e), и 5.2—5.6 проверяют анализом документов, приведенных в 8.1.

К движущимся частям[1)], которые могут привести к травмам, должны быть применены соответствующие подходы к конструкции и необходимые меры для снижения риска травм, в том числе во время монтажа, которые могут быть получены при установке НА в оборудование.

5.2 Провода и изоляция

Провода и их изоляция должны выдерживать максимальное ожидаемое напряжение, ток, температуру, высоту и влажность. Конструкция внутренней проводки должна быть такой, чтобы между проводниками и токоведущими частями при различных напряжениях или между токоведущими частями и токоведущими доступными частями сохранялись соответствующие зазоры и пути утечки. Опасные токоведущие части БС должны быть защищены, чтобы избежать риска поражения электрическим током, в том числе во время монтажа.

[1)] *Например, вентиляторам.*

Конструкция и прочность соединения компонентов всей БС (аккумулятор/БМ/СКУ) и ее соединения должны быть достаточными для противостояния условиям, возможным при разумно предсказуемом неправильном использовании.

5.3 Стравливание

Корпус аккумулятора, БМ, ББ и БС должен обеспечивать функцию сброса избыточного давления путем стравливания, которая исключает разрыв или взрыв. Если для поддержки аккумуляторов во внешнем корпусе использована инкапсуляция, то тип фиксирующего материала и способ инкапсуляции не должны приводить к перегреву НА во время нормальной работы и препятствовать стравливанию давления.

5.4 Управление температурой, напряжением, током

Конструкция БС не должна допускать аномального повышения температуры. БС должна быть сконструирована для работы в пределах значений напряжений, токов и температур, установленных изготовителем аккумуляторов. БС должны быть снабжены техническими условиями и инструкциями по зарядке для изготовителей оборудования для того, чтобы соответствующие зарядные устройства были сконструированы так, чтобы проводить заряд в пределах установленных ограничений по напряжению, току и температуре.

Примечание — При необходимости могут быть использованы средства для ограничения тока во время заряда и разряда до безопасного уровня.

5.5 Выводные контакты батарейного блока и/или батарейной системы

Выводные контакты должны иметь четкое обозначение полярности на внешней поверхности ББ или БС.

ББ с внешними разъемами с ключом, предназначенными для подключения к конкретным конечным изделиям, не требуют маркировки полярности, если конструкция внешнего разъема предотвращает обратную полярность соединений.

Размер и форма выводных контактов должны гарантировать, что они могут пропускать максимальный ожидаемый ток. Внешние контактные поверхности выводных контактов формируют из электропроводящих материалов с необходимой механической прочностью и коррозионной стойкостью. Контакты выводов должны быть расположены таким образом, чтобы свести к минимуму риск короткого замыкания, например с помощью металлических инструментов. Соответствие проверяют рассмотрением спецификаций выводных контактов.

5.6 Монтаж батарейных систем из аккумуляторов, модулей или батарейных блоков

5.6.1 Общие положения

Монтаж БС из аккумуляторов, модулей или ББ следует проводить с соблюдением следующих правил для обеспечения адекватного снижения рисков, связанных с БС:

- каждая БС должна иметь независимый(ые) метод(ы) контроля и защиты.

Примечание — Информацию о методах независимого контроля и защиты см. в 8.2;

- изготовитель аккумулятора должен представить рекомендации относительно предельных значений тока, напряжения и температуры, по установке, условиям хранения, максимальному числу аккумуляторов, соединенных последовательно [для внутренней защиты аккумулятора, например устройства прерывания тока (УПТ)], чтобы изготовитель/конструктор БС мог обеспечить надлежащую конструкцию и сборку;
- БС, предназначенные для выборочного разряда части последовательно соединенных аккумуляторов, должны включать специальные схемы для предотвращения переполюсовки аккумуляторов, вызванной их неравномерным разрядом;
- с учетом вида применения конечного устройства при необходимости добавляют соответствующие компоненты защитной схемы.

5.6.2 Конструкция батарейной системы

Конструкция БС должна обеспечивать выполнение функции управления напряжением таким образом, чтобы напряжение любого аккумулятора или блока аккумуляторов (БА) не превышало значения

верхнего предела зарядного напряжения, установленного изготовителем аккумуляторов, за исключением случаев, когда устройства, применяющие БС, сами обеспечивают эквивалентную функцию управления напряжением, при этом такие устройства считаются частью БС (см. примечания 2 и 3 в 3.12).

БС должна быть спроектирована таким образом, чтобы максимальный ток заряда или максимальный ток разряда аккумулятора не превышался до достижения максимально допустимого тока заряда или разряда батареи.

5.7 Рабочая зона литиевых аккумуляторов и батарейных систем, требуемая для их безопасного использования

Изготовитель аккумулятора должен указать рабочую зону аккумулятора. Изготовитель БС должен сконструировать БС в соответствии с рабочей зоной аккумулятора, указанной изготовителем аккумулятора. Определение рабочей зоны аккумулятора установлено в приложении А.

5.8 Блокировка системы (функция блокировки системы)

БС должна иметь функцию прерывания работы без возможности сброса прерывания, если параметры одного или нескольких аккумуляторов в ней выйдут во время работы за границы рабочего диапазона.

Допускается возобновление функционирования БС после проверки того, что ее состояние соответствует руководству изготовителя БС, т. е. в руководстве по техническому обслуживанию должна быть четко указана эта процедура.

В зависимости от области применения БС может разрешать продолжение разряда, например для обеспечения аварийных функций. Для этого допускается, что параметры аккумулятора могут один раз отклоняться за пределы установленной рабочей зоны (например, нижний предел напряжения разряда или верхний предел температуры), в которой опасных реакций в аккумуляторе не происходит. Вследствие этого изготовитель аккумулятора должен предоставить второй набор пределов, в которых аккумулятор в БС может выдерживать один разряд без опасных последствий. В дальнейшем аккумулятор не подлежит подзаряду.

5.9 План качества

Изготовитель БС должен подготовить и реализовать план качества, который определяет процедуры контроля материалов, компонентов, аккумуляторов, модулей, ББ и БС и охватывает все стадии производства каждого типа аккумулятора, модуля, ББ и БС (например, ИСО 9001 и т. п.). Изготовители должны оценивать свои технологические возможности и внедрять необходимые механизмы контроля за технологическими процессами, влияющими на безопасность продукции.

6 Условия типовых испытаний

6.1 Общие положения

Аккумулятор в БС, используемый за пределами установленной рабочей зоны, может представлять опасность, исходящую от НА. Такие риски необходимо учитывать при подготовке плана испытаний их безопасности.

Испытательное оборудование должно обладать достаточной прочностью конструкции и иметь систему пожаротушения для того, чтобы выдержать условия избыточного давления и воспламенения, которые могут возникнуть в ходе испытаний. Помещение должно иметь систему вентиляции для улавливания и удаления газа, который может образоваться в ходе испытаний. При необходимости следует учитывать опасность высокого напряжения.

Предостережение — ПРИ ИСПЫТАНИЯХ, ПРИВЕДЕННЫХ В НАСТОЯЩЕМ РАЗДЕЛЕ, ИСПОЛЬЗУЮТ ПРОЦЕДУРЫ, КОТОРЫЕ МОГУТ ПРИВЕСТИ К ВРЕДУ, ЕСЛИ НЕ БУДУТ ПРИНЯТЫ СООТВЕТСТВУЮЩИЕ МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ.
ИСПЫТАНИЯ ДОЛЖНЫ ПРОВОДИТЬСЯ ТОЛЬКО КВАЛИФИЦИРОВАННЫМИ И ОПЫТНЫМИ СПЕЦИАЛИСТАМИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИМИ НАДЛЕЖАЩУЮ ЗАЩИТУ.
ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОЖОГОВ СЛЕДУЕТ СОБЛЮДАТЬ ОСТОРОЖНОСТЬ В ОТНОШЕНИИ ТЕХ АККУМУЛЯТОРОВ ИЛИ БАТАРЕЙНЫХ СИСТЕМ, КОРПУСА КОТОРЫХ МОГУТ В ХОДЕ ИСПЫТАНИЙ НАГРЕВАТЬСЯ СВЫШЕ 75 °С.

6.2 Виды испытаний

Испытания проводят на аккумуляторах или БС, с даты изготовления которых прошло не более 6 мес при хранении в условиях, установленных изготовителем НА, с учетом их количества, указанного в таблице 1.

НА, заряженные по 7.1, при разряде по 6.3.1 МЭК 62620:2014 при температуре окружающей среды (25 ± 5) °С постоянным током $0{,}2I_t$, А, до указанного конечного напряжения, должны отдавать емкость не менее нормированной по 6.3.1 МЭК 62620:2014. Это подтверждение емкости может быть сделано изготовителем в испытаниях при отгрузке. Для БС допускается установление емкости расчетным путем на основе измерения емкости составляющих аккумуляторов в испытаниях при отгрузке.

Если не установлено иное, испытания проводят при температуре окружающей среды (25 ± 5) °С.

Примечание — Условия испытаний предназначены только для типовых испытаний и не подразумевают, что использование по назначению включает в себя работу в этих условиях. Предел в 6 мес вводится для сравнимости испытаний и не подразумевает, что безопасность аккумуляторов и БС снижается после 6 мес.

Таблица 1 — Объем выборки для типовых испытаний

Вид испытания			Испытуемый образец	
Группа	Испытание		Аккумулятор[a)]	Батарейная система[b), e)]
Испытание безопасности продукта (безопасность аккумулятора и БС)	7.2.1 Внешнее короткое замыкание		R	—
	7.2.2 Динамический удар		R[c)]	—
	7.2.3 Падение		R	R
	7.2.4 Термическое воздействие		R	—
	7.2.5 Перезаряд		R[d)]	—
	7.2.6 Принудительный разряд		R	—
	7.3 Рассмотрения для внутреннего короткого замыкания (выбирают один из вариантов)	7.3.2 Внутреннее короткое замыкание	R*	—
		7.3.3 Распространение возгорания	—	R
Испытание безопасности при работе (безопасность БС)	8.2.2 Управление напряжением при перезаряде		—	R
	8.2.3 Управление током при перезаряде		—	R
	8.2.4 Контроль перегрева		—	R

R — обязательный (минимум 1 образец).
R* — обязательный. Количество образцов см. в 7.3.9 МЭК 62133-2:2017.
«—» — необязательный или неприменимый.
[a)] Изготовитель может использовать «блок(и) аккумуляторов» вместо «аккумулятора(ов)» при любом испытании, которое в настоящем стандарте требует в качестве испытуемого образца (ИО) «аккумулятор(ы)». Изготовитель четко объявляет ИО для каждого испытания.

Окончание таблицы 1

[b] Если БС состоит из более мелких частей, то такая часть может быть использована в качестве ИО как представителя полноразмерной БС. При испытании в него допускается добавление функций, имеющихся в полноразмерной БС. Изготовитель подробно описывает ИО.

[c] Цилиндрический аккумулятор или БА: одно направление, призматический аккумулятор (включая пакетные аккумуляторы) или БА: два направления.

[d] Испытание проводят с аккумуляторами или БА, являющимися компонентами тех БС, которые снабжены только одним устройством защиты или управления для контроля напряжения заряда.

[e] Если положительный и отрицательный выводы НА недоступны, допускается модифицировать ИО, чтобы сделать выводы доступными, например для 7.2.1. Модификация должна быть проведена таким образом, чтобы исключить ее влияние на результат испытания.

7 Методы испытаний и требования

7.1 Процедуры заряда для испытания

До начала заряда ИО должен быть разряжен при температуре окружающей среды (25 ± 5) °С постоянным током $0{,}2I_t$, А, до заданного конечного напряжения.

Если в настоящем стандарте не установлено иное, ИО должен быть заряжен при температуре окружающей среды 25 °С методом, указанным изготовителем.

Примечания

1 Токи заряда и разряда для испытаний базируются на величине номинальной емкости (C_n, А·ч). Эти токи выражаются как кратные I_t, А, где: I_t, А = C_n А·ч/1 ч (см. МЭК 61434).

2 БС, которая не может быть разряжена постоянным током $0{,}2I_t$, А, должна быть разряжена током, указанным изготовителем.

7.2 Разумно предсказуемое неправильное использование

7.2.1 Испытание на внешнее короткое замыкание (аккумулятор или блок аккумуляторов)

a) Требования

ИО — аккумулятор или БА. Короткое замыкание между положительным и отрицательным выводами не должно приводить к воспламенению или взрыву.

b) Испытание

Полностью заряженные ИО стабилизируют при температуре окружающей среды (25 ± 5) °С. Каждый ИО затем закорачивают, соединив положительный и отрицательный выводы проводником общим сопротивлением (30 ± 10) мОм.

ИО должны оставаться в этом состоянии в течение 6 ч или до тех пор, пока температура корпуса не снизится на 80 % максимального повышения температуры.

c) Критерии соответствия

Отсутствие воспламенения, отсутствие взрыва.

7.2.2 Испытание на динамический удар (аккумулятор или блок аккумуляторов)

a) Требования

ИО — аккумулятор или БА. Воздействие на ИО при испытании по 7.2.2, перечисление b), не должно приводить к воспламенению или взрыву.

b) Испытание

ИО разряжают постоянным током $0{,}2I_t$, А, до 50 % СЗ[1)] по нормированной емкости.

ИО кладут на плоский бетонный или металлический пол. Стержень из нержавеющей стали марки 316 диаметром (15,8 ± 0,1) мм и длиной не менее 60 мм или наибольшего размера ИО, в зависимости от того, что из них больше, размещают по центру ИО. Затем на стержень, расположенный на ИО, с высоты (610 ± 25) мм сбрасывают груз из твердого материала массой 9,1 кг.

Цилиндрический или призматический аккумулятор подвергают воздействию удара в точке пересечения его продольной оси, параллельной плоскому бетонному или металлическому полу, с продольной осью стержня диаметром 15,8 мм, лежащего по центру ИО, перпендикулярно продольной оси аккумулятора. Призматический аккумулятор должен быть также повернут на 90° вокруг своей продольной оси

[1)] *СЗ (SOC) — степень заряженности (справка разработчика стандарта).*

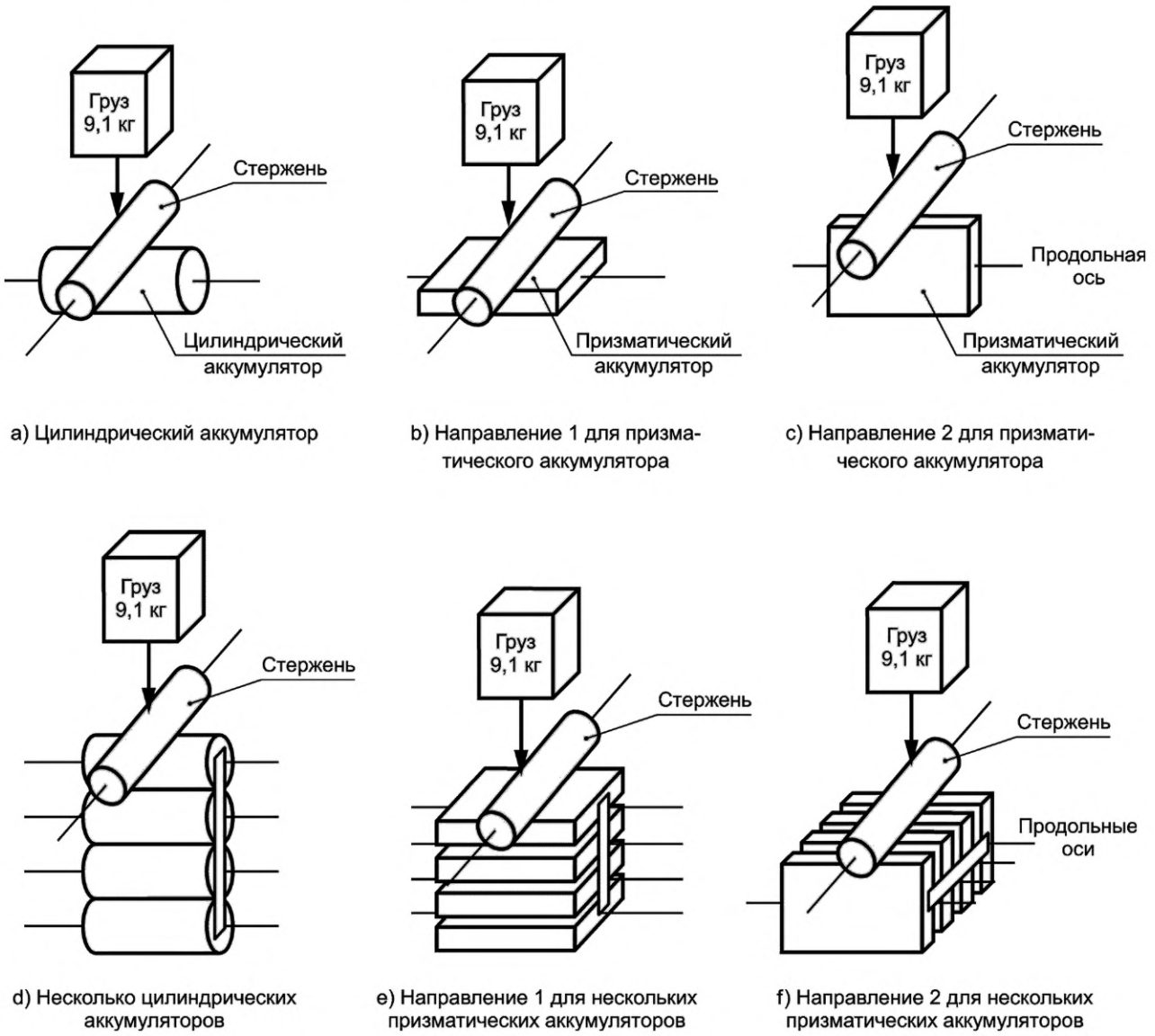
так, чтобы и широкие, и узкие стороны подверглись удару. Каждый ИО подвергают только одному удару, для каждого удара используют отдельный ИО (см. рисунок 1).

Для металлического пола с помощью соответствующих мер следует избегать внешнего короткого замыкания ИО с полом.

Пакетные аккумуляторы испытывают так же, как и призматические.

c) Критерии соответствия

Отсутствие воспламенения, отсутствие взрыва.



a) Цилиндрический аккумулятор

b) Направление 1 для призматического аккумулятора

c) Направление 2 для призматического аккумулятора

d) Несколько цилиндрических аккумуляторов

e) Направление 1 для нескольких призматических аккумуляторов

f) Направление 2 для нескольких призматических аккумуляторов

Примечание — Для поддержания положения ИО следует применять материал, который не будет оказывать влияния на результаты испытаний.

Рисунок 1 — Расположение ИО при испытании на динамический удар

7.2.3 Испытание на падение (аккумулятор, блок аккумуляторов или батарейная система)

7.2.3.1 Общие положения

ИО — аккумулятор, БА или БС. Метод испытания и высота падения определены массой ИО, как показано в таблице 2.

Таблица 2 — Метод и условия испытания на падение

Масса ИО	Метод испытания	Высота падения, мм
Менее 7 кг	Падение на все стороны	1000
От 7 до менее 20 кг	Падение на все стороны[a)]	100
От 20 до менее 50 кг	Ребро и угол[a)]	100
От 50 до менее 100 кг	Ребро и угол[a)]	50
100 кг и более	Ребро и угол[a)]	25
Если БС состоит из более мелких частей, то такая часть может быть использована в качестве ИО как представителя полноразмерной БС. При испытании в него могут быть добавлены функции, имеющиеся в полноразмерной БС. Изготовитель подробно описывает ИО. [a)] Для ИО массой 7 кг или более испытание следует проводить так, чтобы дно, указанное изготовителем, было обращено вниз.		

7.2.3.2 Испытание на падение на все стороны (аккумулятор, блок аккумуляторов или батарейная система)

ИО — аккумулятор, БА или БС. Испытание проводят, если масса ИО составляет менее 20 кг.

a) Требования

Падение ИО не должно приводить к воспламенению или взрыву.

b) Испытание

Каждый полностью заряженный ИО трижды сбрасывают с высоты, приведенной в таблице 2, на плоский бетонный или металлический пол.

Если масса ИО менее 7 кг, его сбрасывают таким образом, чтобы получить удары в случайных направлениях. Если масса ИО 7 кг и более, но менее 20 кг, то испытание следует проводить с падением ИО на нижнюю часть. Нижнюю часть ИО указывает изготовитель.

После испытания ИО должны быть выдержаны в покое в течение минимум 1 ч, после чего проводят их визуальный осмотр.

Для металлического пола с помощью соответствующих мер следует избегать внешнего короткого замыкания ИО с полом.

c) Критерии соответствия

Отсутствие воспламенения, отсутствие взрыва.

7.2.3.3 Испытание на падение на ребра и углы (аккумулятор, блок аккумуляторов или батарейная система)

ИО — аккумулятор, БА или БС. Это испытание проводят, если масса ИО 20 кг и более.

a) Требования

Падение ИО не должно приводить к воспламенению или взрыву.

b) Испытание

Полностью заряженный ИО сбрасывают два раза с высоты, приведенной в таблице 2, на плоский бетонный или металлический пол. Условия испытаний должны гарантировать их проведение, как показано на рисунках 2, 3 и 4, воспроизводящих точки воздействия при падении на короткое ребро и угол. Должно быть проведено по два удара каждого типа на то же короткое ребро и на тот же угол. Для падений на угол и ребро ИО должен быть ориентирован таким образом, чтобы прямая линия, проходящая через угол/ребро, которые должны быть подвергнуты удару, и через геометрический центр ИО, была примерно перпендикулярна поверхности удара. После испытания ИО выдерживают не менее 1 ч. В конце испытательного периода проводят визуальный осмотр.

Для металлического пола с помощью соответствующих мер следует избегать внешнего короткого замыкания ИО с полом.

c) Критерии соответствия

Отсутствие воспламенения, отсутствие взрыва.

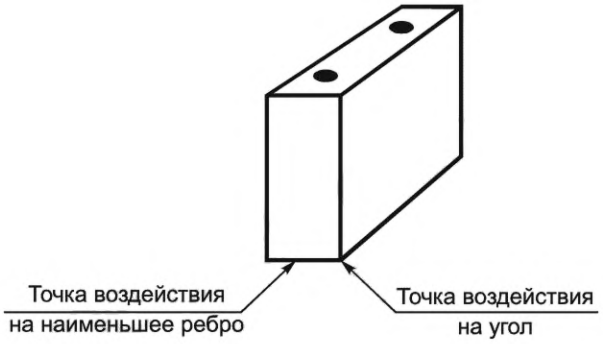


Рисунок 2 — Расположение точек воздействия

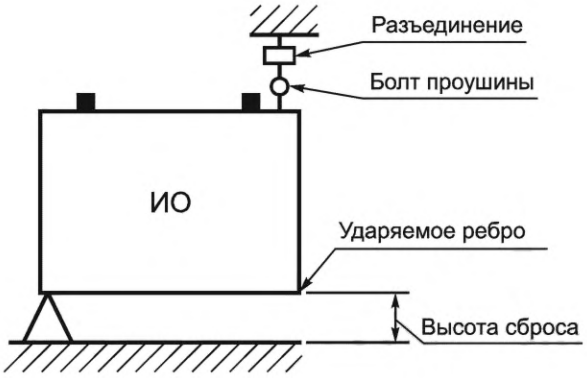
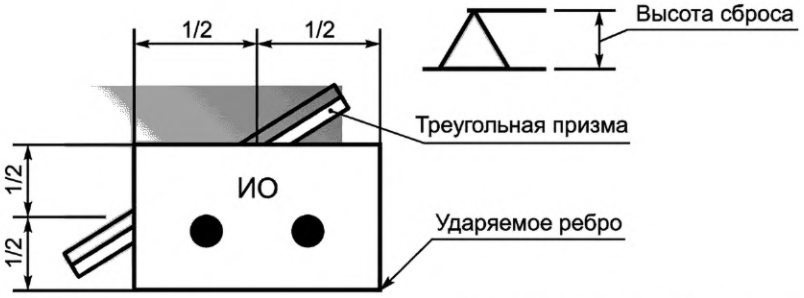


Рисунок 3 — Схема испытания на падение на короткое ребро



Мелкие образцы могут быть сброшены с рук. Если использовано устройство подъема-сброса, то оно не должно в момент сброса передавать вращательные или боковые усилия на ИО.

Рисунок 4 — Схема испытания на падение на угол

7.2.4 Испытание на термическое воздействие (аккумулятор или блок аккумуляторов)

a) Требования

ИО — аккумулятор или БА. Воздействие повышенной температуры не должно приводить к воспламенению или взрыву.

b) Испытание

Каждый полностью заряженный ИО, стабилизированный при температуре окружающей среды (25 ± 5) °С, помещают в печь с естественной или принудительной конвекцией.

Температуру печи поднимают со скоростью (5 ± 2) °С/мин до температуры (85 ± 5) °С.

ИО оставляют при такой температуре в течение 3 ч, после чего испытание прекращают.

c) Критерии соответствия

Отсутствие воспламенения, отсутствие взрыва.

7.2.5 Испытание на перезаряд (аккумулятор или блок аккумуляторов)

Испытание проводят с аккумуляторами и БА, предназначенными для установки в БС с единственным устройством защиты или управления для контроля напряжения заряда. Для БС с двумя или более независимыми устройствами защиты или управления для контроля напряжения заряда это испытание допускается не проводить.

Примечание — Примером двух или более независимых устройств защиты или управления являются:

- измерительное устройство для контроля напряжения каждого аккумулятора в БС с функцией управления током заряда, чтобы значение наивысшего напряжения на аккумуляторах не превышало верхний предел напряжения заряда;

- диагностическая система мониторинга, которая обнаруживает отказ устройства контроля напряжения аккумуляторов и имеет функцию прекращения заряда. Например, диагностическая система мониторинга может быть реализована путем сравнения общего напряжения БС, измеренного непосредственно, и напряжения, рассчитанного путем суммирования напряжений каждого аккумулятора.

a) Требования

ИО — аккумулятор или БА. Заряд в течение более длительных периодов, чем установлено изготовителем, не должен приводить к воспламенению или взрыву.

b) Испытание

Испытание проводят при температуре окружающего воздуха (25 ± 5) °С. ИО разряжают постоянным током $0{,}2I_t$, А, до конечного напряжения, указанного изготовителем, затем заряжают постоянным током, равным максимальному установленному зарядному току БС, до тех пор, пока напряжение не достигнет максимального значения, которое возможно при условии, что предусмотренное конструкцией БС управление зарядом не работает. Затем заряд прекращают. Во время испытаний контролируют напряжение и температуру.

Для БС с аккумуляторами, соединенными параллельно, применяют значение тока заряда аккумулятора, рассчитанное путем деления максимального зарядного тока БС на число параллельных аккумуляторов.

Примечание — «Максимальный зарядный ток БС», описанный в 7.2.5, перечисление b), отличается от «максимального зарядного тока отдельного аккумулятора», определенного в 3.21.

Испытание продолжают до тех пор, пока температура поверхности ИО не достигнет установившегося состояния (изменение менее 10 °С в течение 30 мин) или не вернется к температуре окружающей среды.

c) Критерии соответствия

Отсутствие воспламенения, отсутствие взрыва.

7.2.6 Испытание на принудительный разряд (аккумулятор или блок аккумуляторов)

a) Требования

ИО — аккумулятор или БА. ИО должен выдерживать принудительный разряд, не вызывая воспламенения или взрыва.

b) Испытание

Испытание проводят при температуре окружающего воздуха (25 ± 5) °С. ИО разряжают постоянным током $0{,}2I_t$, А, до конечного напряжения, указанного изготовителем, и подвергают принудительному разряду постоянным током $1{,}0I_t$, А, в течение 90 мин. В конце испытательного периода проводят визуальный осмотр.

Если напряжение при разряде достигает целевого значения напряжения, указанного ниже, в течение испытательного периода, то напряжение следует удерживать на значении целевого напряжения в течение оставшегося испытательного периода путем уменьшения тока. Целевое напряжение определяют следующим образом:

i) если БС, в составе которой предполагается использование ИО, снабжена двумя или более независимыми устройствами защиты или управления для контроля напряжения при разряде или БС имеет только один аккумулятор или БА:

целевое напряжение равно значению верхнего предела зарядного напряжения аккумулятора, взятого с обратным знаком;

ii) если БС, в составе которой предполагается использование ИО, снабжена только одним устройством защиты или управления для контроля напряжения при разряде или не имеет его вообще:

целевое напряжение равно значению верхнего предела зарядного напряжения аккумулятора, умноженного на (n–1) и взятого с обратным знаком, где n — количество последовательно соединенных аккумуляторов в БС.

Если максимальный ток разряда аккумулятора $I_{р.макс}$, А, менее $1{,}0I_t$, А, следует выполнить переразряд установленным максимальным током разряда продолжительностью t, мин, рассчитанной по формуле

$$t = \frac{1I_t}{I_{р.макс}} 90.$$

Примечание — Примером двух или более независимых устройств защиты или управления являются:

- измерительное устройство для контроля напряжения каждого аккумулятора в БС с функцией прерывания разряда, когда напряжение на минимум одном аккумуляторе достигнет напряжения конца разряда или нижнего предела разрядного напряжения;
- диагностическая система мониторинга, которая обнаруживает отказ устройства контроля напряжения аккумуляторов и имеет функцию разрыва цепи разряда. Например, диагностическая система мониторинга может быть реализована путем сравнения общего напряжения БС, измеренного непосредственно, и напряжения, рассчитанного путем суммирования напряжений каждого аккумулятора.

c) Критерии соответствия

Отсутствие воспламенения, отсутствие взрыва.

7.3 Внутреннее короткое замыкание. Оценка конструкции

7.3.1 Общие положения

Цель испытания состоит в том, чтобы определить, не приведет ли внутреннее короткое замыкание в аккумуляторе к воспламенению всей БС или к возгоранию, распространяющемуся вне БС. Испытание допускается проводить либо на аккумуляторах по 7.3.2, либо на БС по 7.3.3.

7.3.2 Испытание на внутреннее короткое замыкание (аккумулятор)

a) Требования

Испытание на принудительное внутреннее короткое замыкание цилиндрических и призматических аккумуляторов не должно приводить к воспламенению. Оценку новой конструкции проводит изготовитель аккумуляторов или независимый испытательный центр.

b) Испытание

Испытания проводят в камере в соответствии с установленной ниже процедурой и при температуре окружающей среды (25 ± 5) °С.

1) Процедура заряда

Испытуемый аккумулятор должен быть разряжен и заряжен постоянным током $0{,}2I_t$, А, до установленного конечного напряжения.

Затем аккумулятор заряжают до достижения значения верхнего предела зарядного напряжения постоянным током, указанным изготовителем, и продолжают заряд при постоянном напряжении до снижения зарядного тока до $0{,}05I_t$, А.

2) Сжатие спиральной скрутки электродов с установленной никелевой частицей

Для испытания необходимы камера с контролируемой температурой и специальное прессовое оборудование.

Движущаяся часть прессового оборудования должна двигаться с постоянной скоростью и немедленно останавливаться при обнаружении внутреннего короткого замыкания.

i) Подготовка к испытанию

Температуру камеры устанавливают на значение (25 ± 5) °С. ИО подготавливают по методу, установленному в А.5 и А.6 МЭК 62133-2:2017. Мешочек из алюминиевой ламинированной фольги с находящейся в нем спиральной скруткой электродов и частицей никеля должен быть помещен в камеру для термокондиционирования и выдержан в ней в течение (45 ± 15) мин.

Скрутку электродов вынимают из герметичной упаковки и выводы для измерения напряжения и выводы термопары для измерения температуры, размещенной на поверхности спиральной скрутки, присоединяют к измерительному оборудованию. Затем скрутку электродов устанавливают под прессовым оборудованием, убедившись в том, что место размещения никелевой частицы находится непосредственно под ним.

Чтобы предотвратить испарение электролита, необходимо завершить работу в течение 10 мин после выемки скрутки электродов из камеры для термокондиционирования и до закрытия дверцы камеры, где находится оборудование прессовки.

Затем следует снять изоляционный лист и закрыть дверцу камеры.

ii) Внутреннее короткое замыкание

Нижняя поверхность подвижной части прессового оборудования (т. е. нажимное приспособление) выполнена из нитрильного каучука или акрилового полимера, который наносят на стержень из нержавеющей стали размером 10 × 10 мм. Детали нажимных приспособлений показаны на рисунке 5. Нижняя поверхность, покрытая нитрильным каучуком, показана для испытания цилиндрических аккумуляторов. Для испытания призматических аккумуляторов на нитрильный каучук наносят акриловую смолу на участок размером 5 × 5 мм (толщина 2 мм).

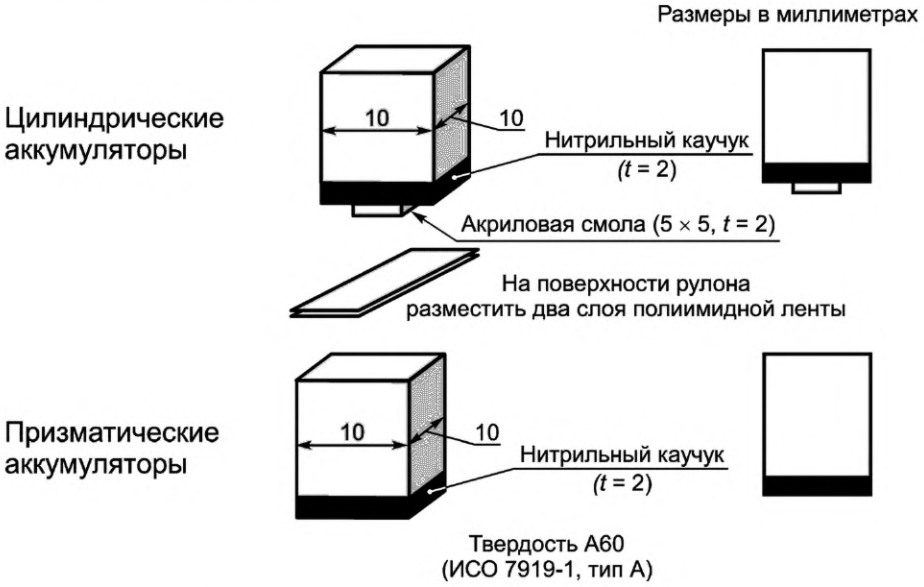


Рисунок 5 — Приспособление для нажатия[1)]

Нажимное приспособление перемещают вниз со скоростью 0,1 мм/с, при этом следует контролировать напряжение аккумулятора. Когда обнаружено падение напряжения, вызванное внутренним коротким замыканием, дальнейшее опускание немедленно прекращают и удерживают в этом положении в течение 30 с, после чего давление сбрасывают. Напряжение следует контролировать со скоростью более 100 раз/с. Падение напряжения по сравнению с начальным более чем на 50 мВ является критерием того, что внутреннее короткое замыкание произошло. Если усилие нажатия достигает 800 Н для цилиндрического аккумулятора или 400 Н для призматического аккумулятора до падения напряжения 50 мВ, дальнейшее опускание немедленно прекращают.

В случае призматического аккумулятора, имеющего тип сборки электродов либо укладкой стопкой, либо свертыванием, в центре концов пары положительных и отрицательных электродов должна быть вставлена никелевая частица, а максимальное давление сдавливания должно составлять 400 Н.

Допускается изменение процедуры подготовки ИО по сравнению с описанной в 7.3.2.2, перечисление i) процедурой и выполнение ее до проведения заряда. Например:

- допускается установка частицы никеля в разряженный электрод, после чего производят заряд;
- допускается установка частицы никеля в электрод до заполнения электролитом, а затем аккумулятор собирают, заполняют электролитом и заряжают. В этих сборках вместо металлического чехла для реального аккумулятора можно использовать полиэтиленовый пакет и/или ламинированный алюминием пакет.

При использовании вольтметра с высокой точностью для вывода о том, что внутреннее короткое замыкание между положительными и отрицательными электродами или подложкой произошло, допускается использовать факт падения напряжения ниже 50 мВ, а фактическое место короткого замыкания допускается подтвердить осмотром места внутреннего короткого замыкания на ИО после испытания.

[1)] *Исправлена ошибка оригинала.*

Применяемое давление и изменение напряжения при испытании следует регистрировать, а появление места короткого замыкания должно быть сфотографировано или зарегистрировано другими способами.

c) Критерии соответствия

Отсутствие воспламенения.

7.3.3 Испытание на распространения возгорания (батарейная система)

a) Требования

Испытание проводят для оценки способности БС противостоять тепловому разгону одного аккумулятора таким образом, чтобы событие теплового разгона не привело к возгоранию БС.

b) Испытание

БС полностью заряжают, а затем выдерживают до тех пор, пока аккумуляторы не стабилизируются при температуре окружающей среды (25 ± 5) °С. Один аккумулятор в БС [далее — инициирующий аккумулятор (ИА)] нагревают (например, с помощью лазера) до тех пор, пока он не войдет в тепловой разгон. После начала теплового разгона лазер выключают и за БС наблюдают в течение 8 ч. В приложении В приведен пример процедуры испытаний с применением лазера.

Для инициирования теплового разгона в ИА допускается применение и других методов вместо лазера, примеры которых приведены в приложении С.

БС допускается модифицировать для облегчения теплового разгона ИА. Модификация должна быть минимальной, и она не должна влиять на тепловые свойства БС.

Метод, используемый для создания теплового разгона в ИА, должен быть описан в отчете по испытаниям.

c) Критерии соответствия

Отсутствие внешнего пожара от БС или разрыва корпуса БС.

Если БС не имеет внешнего корпуса, то изготовитель должен указать зону противопожарной защиты.

Примечание — Воспламенение или разрушение корпуса БС, вызванное ИА, является приемлемым, так как первый тепловой разгон намеренно производят для целей испытания в качестве инициирования.

8 Безопасность батарейной системы (с учетом функциональной безопасности)

8.1 Общие требования

Электрические, электронные и программные средства управления БС для обеспечения критической безопасности должны быть подвергнуты анализу на функциональную безопасность.

В качестве справочных материалов допускается использовать МЭК 61508 (все части), приложение Н МЭК 60730-1:2020, ИСО 13849 (все части) или другой соответствующий стандарт на функциональную безопасность.

Анализ опасностей технологического процесса следует проводить для процесса изготовления аккумуляторов и для процесса изготовления БС, которые должны находиться под контролем с документально подтвержденными доказательствами. Изготовитель должен иметь возможность контролировать производственный процесс с точки зрения его опасностей.

Примечание — Анализ опасностей производственных процессов относится к производственным сбоям, влияющим на безопасность аккумулятора или батареи (например, выравнивание анода по отношению к катоду, повреждение элементов, нарушение соединения, значимые для безопасности отклонения характеристик батареи и ее заданной конструкции).

Оценку опасности процесса, риска и смягчение последствий работы БС следует проводить изготовителям БС (например, FTA[1)], FMEA[2)]). Этот процесс должен быть выполнен по согласованию с владельцем системы, чтобы полностью охватить спектр рисков.

---

1) *FTA — Fault tree analysis (анализ дерева неисправностей).*

2) *FMEA — Failure mode and effects analysis (анализ видов и последствий отказов).*

Примечание — Руководство по методам анализа безопасности, таких как FMEA и FTA, приведено, например, в МЭК 60812, МЭК 61025.

Процедура выглядит следующим образом:

a) анализ опасности;

b) оценка рисков;

c) установка целевого уровня полноты безопасности [SIL[1)]].

Примечание — Классификация или уровень безопасности также может соответствовать применяемому стандарту функциональной безопасности, например классу (класс B или C) согласно МЭК 60730-1.

Примерами опасностей или рисков являются: электромагнитная совместимость, поражение электрическим током, нагревающиеся места на электрических интерфейсах, движущиеся части, погружение в воду, внешнее и внутреннее короткое замыкание, перезаряд, перегрев, падение, раздавливание, переразряд, разряд с перегрузкой по току, заряд после полного заряда, утечка электролита, воспламенение выделившегося газа, пожар, землетрясение, сейсмическая морская волна и др.

8.2 Система контроля и управления батареей (или блок контроля и управления батареей)

8.2.1 Требования к СКУ

СКУ оценивает состояние аккумуляторов и БС, а также поддерживает их в пределах заданной рабочей зоны аккумуляторов. СКУ должны быть спроектированы в соответствии с целевым уровнем полноты безопасности (SIL), определенной в 8.1, перечисление c). Основными параметрами рабочей зоны аккумулятора являются напряжение, температура и ток (см. рисунок A.1).

Для оценки управления зарядом, влияющим на безопасность, изготовители БС проводят испытания по 8.2.2—8.2.4.

Для этих испытаний БС также включает в себя функцию СКУ на стороне конечного устройства использования, если это применимо к конструкции.

Примечания

1 Функция СКУ может быть придана НА или оборудованию, которое использует БС (см. рисунок 6).

2 Функции СКУ допускается разделить и разместить частично в ББ и частично в оборудовании, которое использует БС (см. рисунок 6).

3 СКУ иногда также называют БКУ (блок контроля и управления).

[1)] *SIL — Safety integrity level (уровень полноты безопасности).*

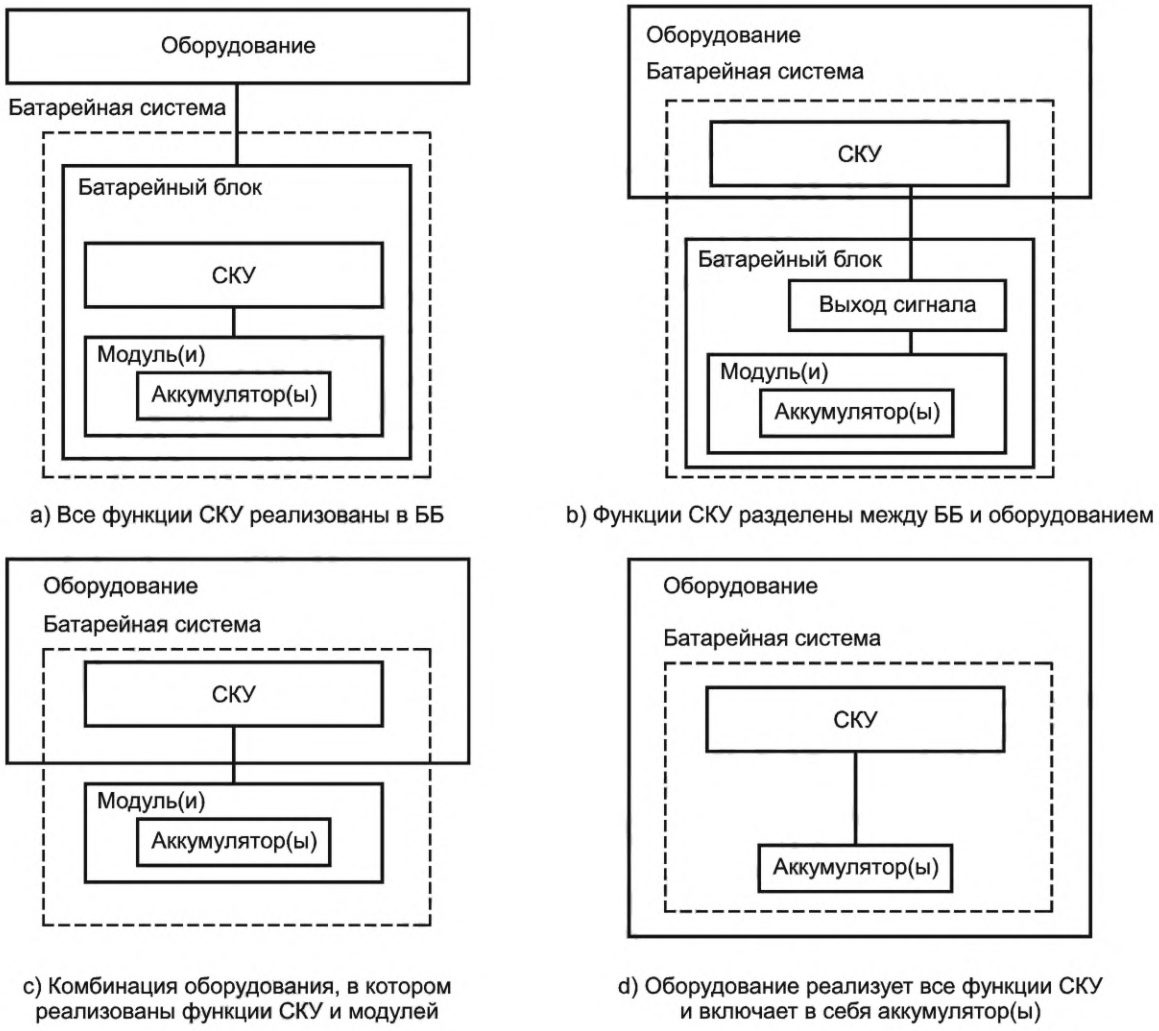


Рисунок 6 — Примеры расположения СКУ и конфигураций БС

8.2.2 Управление напряжением при перезаряде (батарейная система)

a) Требования

СКУ должно контролировать и управлять БС таким образом, чтобы напряжение всех аккумуляторов при заряде было ниже верхнего предельного зарядного напряжения аккумуляторов.

b) Испытание

Испытание проводят при температуре окружающего воздуха (25 ± 5) °С и при нормальных условиях эксплуатации с системой охлаждения, при ее наличии, в работающем состоянии (основные контакторы закрываются БС, контролируемой СКУ). Каждая испытуемая БС должна быть разряжена постоянным током $0{,}2I_t$, А, до нижнего предела напряжения разряда, указанного изготовителем, затем заряжена максимальным током рекомендованного зарядного устройства с напряжением, превышающим верхний предел напряжения заряда на 10 % для каждого аккумулятора в БС.

При невозможности обеспечения такого режима с помощью оригинального зарядного устройства превышенное напряжение допускается создать дополнительным зарядным устройством. Если превышенное напряжение невозможно реализовать для всей БС, допускается применение превышенного напряжения только к части системы, такой как аккумуляторы в БС (см. рисунок 7).

Испытание проводят до тех пор, пока СКУ не прекратит заряд. Сбор/мониторинг данных продолжают в течение 1 ч после остановки заряда. Все функции БС в ходе испытания должны быть полностью работоспособными, как это предусмотрено конструкцией.

Если СКУ не удается завершить заряд, испытание останавливают в надлежащее время из соображений безопасности, например: если напряжение аккумулятора достигает 103 % верхнего предель-

ного напряжения заряда или через 1 мин после превышения верхнего предельного напряжения заряда и т. п.

c) Критерии соответствия

СКУ должна прервать ток при перезаряде до превышения верхнего предела зарядного напряжения. Отсутствие воспламенения, отсутствие взрыва.

Примечание — Прерывание СКУ зарядного тока может быть достигнуто с помощью контакторов, реле, полевых транзисторов (FET), автоматических выключателей, электромагнитных переключателей и т. д. в главной цепи.



a) Избыточное напряжение прикладывается ко всей БС

b) Избыточное напряжение прикладывается только к части БС (к аккумулятору)

Рисунок 7 — Пример конфигурации схемы управления напряжением при перезаряде

8.2.3 Управление током при перезаряде (батарейная система)

a) Требования

Если ток заряда аккумуляторов и БС превышает максимальный зарядный ток аккумуляторов, СКУ должна прервать заряд для защиты БС от опасностей, связанных с превышением зарядных токов выше установленного максимального значения.

Если максимальный зарядный ток системы более высокого уровня ниже максимального зарядного тока для БС, это испытание допускается не проводить.

b) Испытание

Испытание проводят при температуре окружающего воздуха (25 ± 5) °C и при нормальных условиях эксплуатации с работающей системой охлаждения, при ее наличии (основные контакторы закрыты БС, контролируемой СКУ). Испытуемая БС должна быть разряжена постоянным током $0{,}2I_t$, А, до нижнего предела напряжения разряда, указанного изготовителем, затем ее заряжают током, превышающим максимальный зарядный ток на 20 %. Сбор/мониторинг данных продолжают в течение 1 ч после

остановки заряда. Все функции БС в ходе испытания должны быть полностью работоспособными, как это предусмотрено конструкцией.

c) Критерии соответствия

СКУ должна обнаружить превышение тока заряда и управлять током заряда так, чтобы он был ниже максимального тока заряда для защиты БС от последующих тяжелых последствий, связанных с превышением тока. Все функции БС в ходе испытания должны быть полностью работоспособными, как это предусмотрено конструкцией.

Отсутствие воспламенения, отсутствие взрыва.

8.2.4 Контроль перегрева (батарейная система)

a) Требования

СКУ должна прервать заряд, если температура аккумуляторов в БС превышает верхний предел, указанный изготовителем аккумуляторов.

b) Испытание

Испытание проводят при температуре окружающего воздуха (25 ± 5) °С и при нормальных условиях эксплуатации (основные контакторы закрыты БС, контролируемой СКУ). Система охлаждения, при ее наличии, должна быть отсоединена. Каждая испытуемая БС должна быть разряжена постоянным током $0{,}2I_t$, А, до нижнего предела напряжения разряда, указанного изготовителем, затем заряжена рекомендованным током до 50 % СЗ по нормированной емкости. После этого температуру БС повышают на 5 °С выше максимального значения рабочей температуры. Заряд продолжают при повышенной температуре, пока СКУ не прекратит его. Сбор/мониторинг данных продолжают в течение 1 ч, после того как последовательность будет остановлена (например, после того, как СКУ остановит заряд).

c) Критерии соответствия

СКУ должна обнаружить температуру перегрева и прервать заряд. Все функции БС в ходе испытания должны быть полностью работоспособными, как это предусмотрено конструкцией.

Отсутствие воспламенения, отсутствие взрыва.

9 Электромагнитная совместимость

Батарейная система должна соответствовать требованиям электромагнитной совместимости (ЭМС) для конечных устройств, таких как стационарные, тяговые, железнодорожные и т. п. применения, или особым требованиям, согласованным между изготовителем конечного устройства и изготовителем БС. Испытание на ЭМС, если это осуществимо, следует провести на конечном устройстве.

10 Информация по технике безопасности

Использование литиевых аккумуляторов и БС и особенно ненадлежащее обращение с ними может привести к возникновению опасностей и причинению вреда. Изготовитель аккумуляторов должен предоставить информацию о предельных значениях тока, напряжения и температуры для своей продукции; изготовитель БС — информацию о том, как уменьшить опасность для изготовителей оборудования и, в случае прямых продаж, для конечных пользователей. Например, если для БС требуется, чтобы конечное устройство имело устройства защиты и/или элементы управления, изготовитель конечного устройства должен предоставить подробные сведения об этих защитных устройствах, которые необходимо предоставить в информации по установке БС. Изготовитель оборудования несет ответственность за информирование конечных пользователей о потенциальных опасностях, связанных с использованием оборудования, содержащего БС.

11 Маркировка и обозначение

Маркировка — по МЭК 62620:2014, раздел 5.

12 Упаковка и транспортирование

Требования установлены в приложении D.

Приложение А
(обязательное)

Рабочая зона безопасного использования аккумуляторов

А.1 Общие положения

В приложении установлены требования к установлению рабочей зоны аккумуляторов для обеспечения их безопасного использования. Эта зона задается как рабочая зона безопасного использования аккумуляторов. Рабочая зона определяет условия заряда, такие как верхний предел напряжения заряда и температура аккумулятора, которые обеспечивают безопасность аккумуляторов.

Изготовители аккумуляторов должны предоставить информацию о рабочей зоне в спецификации аккумуляторов для выработки мер безопасности для потребителей (изготовителей ББ и БС). В СКУ БС также должны быть предусмотрены соответствующие защитные устройства и функции, чтобы обеспечить защиту при возможном отказе контроля при заряде.

Пределы рабочей зоны устанавливают для обеспечения минимальной безопасности, и они отличаются от значений зарядного напряжения и температуры, используемых для оптимизации эксплуатационных характеристик аккумуляторов, например циклического ресурса.

А.2 Условия заряда для безопасного использования

Для того чтобы обеспечить безопасное использование аккумуляторов, изготовители аккумуляторов должны установить верхние пределы напряжения, а также температуру аккумулятора, которые допускаются во время заряда. Аккумулятор должен заряжаться в пределах заданного диапазона температуры (стандартный диапазон температур) при напряжении, не превышающем верхний предел. Изготовитель аккумуляторов может также установить температурный режим выше или ниже стандартного диапазона температур при условии обеспечения мер безопасности, таких как снижение максимального зарядного напряжения. Рабочая зона определяет диапазон напряжений и температур, при котором аккумуляторы могут быть безопасно использованы. Для рабочей зоны также может быть установлен максимальный ток заряда.

Для вновь разработанного аккумулятора допускается использовать такую же рабочую зону, как и для исходного аккумулятора, если он имеет такие же электродный материал, толщину электродов и их конструкцию, а также сепаратор, как и исходный аккумулятор, и емкость менее 120 % нормированной емкости исходного аккумулятора. Новый аккумулятор, который соответствует этим критериям, можно рассматривать как аккумулятор той же серии.

А.3 Рассмотрение воздействия зарядного напряжения

Напряжение заряда прикладывают к аккумуляторам для обеспечения протекания химической реакции во время заряда. Если зарядное напряжение чрезмерно высокое, химические реакции протекают в излишнем объеме или происходят побочные реакции и аккумулятор становится термически неустойчивым. Следовательно, необходимо, чтобы напряжение заряда не превышало значения, указанного изготовителем аккумуляторов (т. е. верхнего предела напряжения заряда). Если аккумулятор заряжается при более высоком напряжении, чем верхний предел напряжения заряда, из активного материала положительного электрода выходит превышенное количество ионов лития и его кристаллическая структура имеет тенденцию к разрушению. В этих условиях при возникновении внутреннего короткого замыкания тепловой разгон может возникнуть легче, чем для аккумуляторов, заряженных в установленной рабочей зоне. Следовательно, аккумуляторы не должны заряжаться при напряжении, превышающем верхний предел напряжения заряда.

Верхний предел напряжения заряда должен быть установлен изготовителем аккумулятора на основе испытаний с предоставлением результатов, например следующим образом:

- результаты испытаний, которые подтверждают стабильность кристаллической структуры положительного материала;
- результаты испытаний, которые подтверждают интеркаляцию ионов лития в отрицательный активный материал электрода, если аккумулятор заряжен на верхнем пределе напряжения заряда;
- результаты испытаний, которые подтверждают, что аккумуляторы, заряженные на верхнем пределе напряжения заряда, испытаны согласно разделу 6 при верхнем пределе температурного диапазона и соответствуют критериям прохождения для всех испытаний.

А.4 Рассмотрение воздействия температуры

Заряд вызывает протекание химической реакции и зависит от температуры. От температуры зависит количество побочных реакций или состояние продуктов реакции во время заряда. Заряд в области низких или высоких температур вызывает больше побочных реакций, и он более трудный с точки зрения обеспечения безопасности, чем в стандартном диапазоне температур, для которого применяют верхний предел напряжения заряда. Следовательно, как в области низких температур, так и области высоких температур напряжение и ток заряда должны

быть снижены относительно верхнего предела напряжения заряда и/или максимального тока заряда стандартного диапазона.

А.5 Область высоких температур

Если аккумулятор заряжают при более высокой температуре, чем стандартный диапазон температур, показатели безопасности аккумулятора имеют тенденцию к уменьшению из-за снижения стабильности кристаллической структуры. Кроме того, в области высоких температур, как правило, имеется тенденция теплового разгона даже при относительно небольшом изменении температуры.

В связи с этим заряд аккумуляторов в области высоких температур контролируют следующим образом:

- если температура поверхности аккумуляторов находится внутри области высоких температур, указанной изготовителем аккумуляторов, применяют особые условия заряда, такие как снижение напряжения заряда и тока;
- если температура поверхности аккумуляторов выше, чем верхний предел области высоких температур, аккумулятор не должен подвергаться заряду ни при каких значениях зарядного тока.

А.6 Область низких температур

Если аккумулятор заряжают в области низких температур, снижается скорость массопереноса и скорость внедрения ионов лития (интеркаляция) в отрицательный материал будет низкой. Следовательно, на поверхности отрицательного электрода легко высаживается литий в виде металла. В этом состоянии аккумулятор термически нестабилен, склонен к перегреву и переходу в тепловой разгон. Кроме того, в области низкой температуры прием ионов лития сильно зависит от температуры. В литиевой БС, которая состоит из нескольких аккумуляторов в последовательном соединении, прием ионов лития в каждом аккумуляторе различается в зависимости от температуры аккумулятора, что снижает безопасность БС.

В связи с этим заряд аккумуляторов в области низких температур должен контролироваться следующим образом:

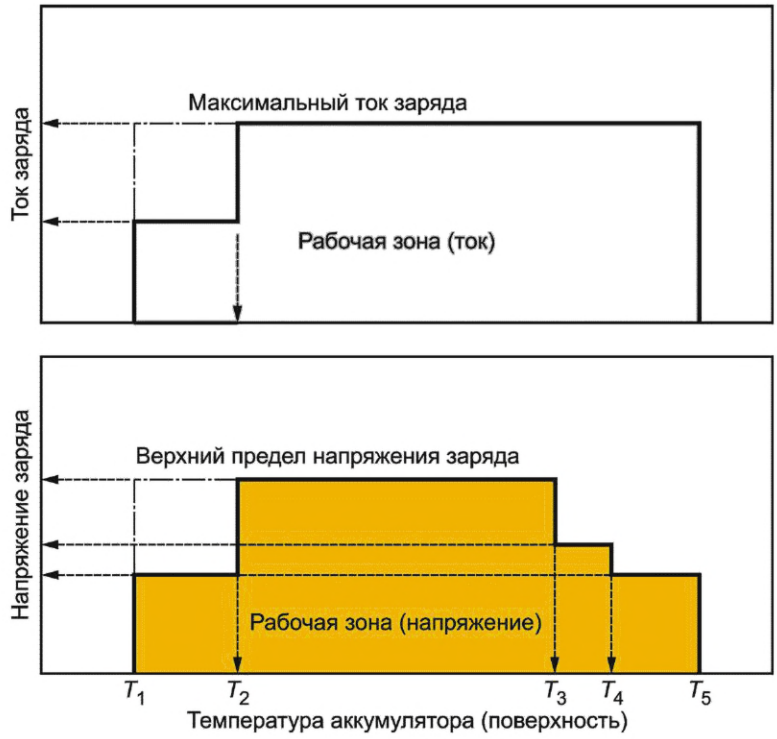
- если температура поверхности аккумулятора находится внутри области низких температур, указанной изготовителем аккумуляторов, применяют особые условия заряда, такие как снижение напряжения заряда и тока;
- если температура поверхности аккумулятора ниже нижней границы области низких температур, он не должен подвергаться заряду ни при каких значениях зарядного тока.

А.7 Условия разряда для безопасного использования

Основными параметрами обеспечения безопасности во время разряда являются напряжение, ток и температура. Напряжение всегда должно быть выше нижнего предела разрядного напряжения аккумулятора. Ток никогда не должен превышать максимальный ток, установленный изготовителем аккумуляторов. Температура должна быть в установленных пределах температур (ограничений по низким и высоким температурам). Напряжение аккумулятора должно быть выше установленного изготовителем значения нижнего напряжения разряда аккумулятора для того, чтобы предотвратить непредвиденный критический отказ. Установка напряжения конца разряда выше нижнего предела напряжения разряда определена изготовителем аккумулятора для того, чтобы поддерживать правильный резерв для рабочей зоны аккумулятора и оптимизировать его рабочие характеристики.

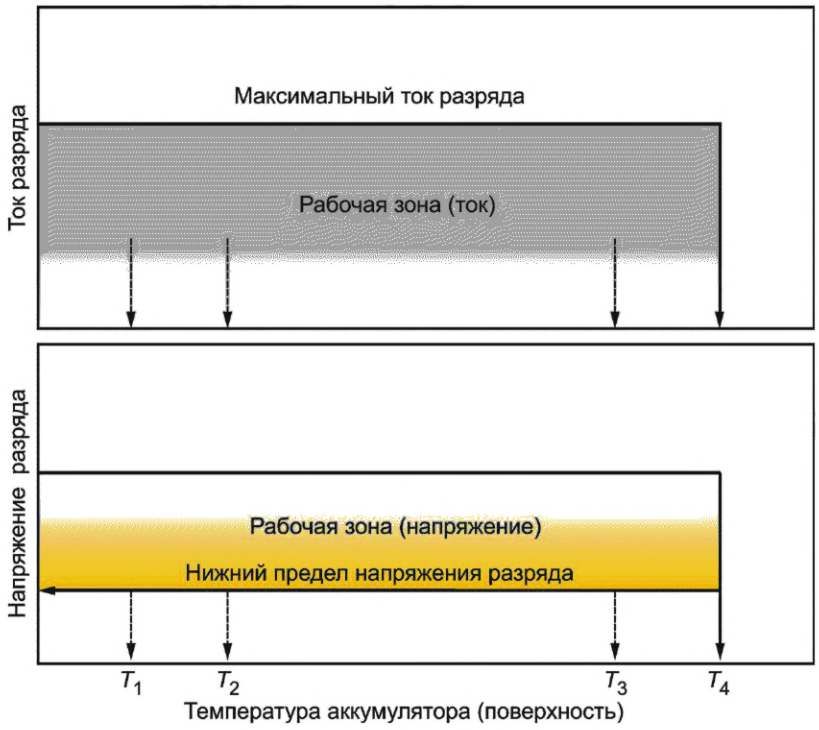
А.8 Пример рабочей зоны аккумуляторов

Рисунок А.1 иллюстрирует типичный пример рабочей зоны для заряда. При температуре выше или ниже стандартного диапазона температур допустимо заряжать аккумулятор при условии, что применяется меньшее напряжение заряда и/или тока. Рабочая зона может быть задана в виде ступенчатой формы, как показано на рисунке А.1, или с диагональными линиями. На рисунке А.2 показан пример рабочей зоны для разряда.



T_1—T_2 — область низких температур; T_2—T_3 — стандартный диапазон температур; T_3—T_4 — область высоких температур

Рисунок А.1 — Пример рабочей зоны заряда типичных литий-ионных аккумуляторов



T_1—T_2 — область низких температур; T_2—T_3 — стандартный диапазон температур; T_3—T_4 — область высоких температур

Рисунок А.2 — Пример рабочей зоны разряда типичных литий-ионных аккумуляторов

Приложение В
(справочное)

Процедура испытания на распространение возгорания, инициированного лазером

В.1 Общие положения

В приложении приведен метод испытания на распространение возгорания по 7.3.3, инициированного воздействием лазера. Для получения детальной процедуры теплового разгона аккумулятора испытатель должен связаться с изготовителем аккумулятора или батареи.

Примечание — Целью данного испытания является не оценка одиночного аккумулятора, а оценка характера распространения возгорания внутри БС. Таким образом, нижеприведенные методы, которые вызывают тепловой разгон, не имитируют внутреннее короткое замыкание аккумулятора, а только инициируют возгорание.

В.2 Условия испытаний

В.2.1 Испытания аккумуляторов (предварительное испытание)

1) Аккумулятор полностью заряжают в соответствии с условиями, указанными изготовителем.

2) На аккумуляторе размещают термопары для измерения температуры его поверхности. Рекомендуется установить несколько термопар для резервирования сбора данных.

3) Аккумулятор закрепляют на испытательном стенде (см. рисунок В.1). Точку воздействия лазера на аккумуляторе следует определять с учетом конструкции БС, испытуемой в основном испытании.

4) Устанавливают и подтверждают программу облучения лазером и ее работу. Для предотвращения повреждения лазерных систем, когда аккумулятор выходит в режим теплового разгона и происходит его вскрытие, рекомендуется использовать защитные крышки.

5) Размещают оборудование для измерения температуры аккумулятора и т. д.

6) Устанавливают уставку температуры окружающей среды на (25 ± 5) °С. Контроллер температуры, например системы кондиционирования воздуха, должен иметь возможность поддерживать температуру окружающей среды до тех пор, пока температура аккумулятора не достигнет максимальной температуры.

7) Облучают аккумулятор лазером в установленной точке. Непрерывно измеряют температуру аккумулятора от начала облучения до конца наблюдения.

8) При возникновении быстрого повышения температуры из-за теплового разгона аккумулятора лазер выключают (см. рисунок В.2).

9) Наблюдают за температурой и внешним видом аккумулятора, пока его температура не снизится достаточно для безопасного обращения.

10) Проверяют температурный профиль, чтобы подтвердить событие теплового разгона.

11) Испытание с аккумулятором повторяют три раза, каждый раз на новом ИО. Если тепловой разгон подтверждается во всех испытаниях с одними и теми же условиями облучения, переходят к испытанию БС с аналогичным условием облучения.

Примечания

1 Допускается выбор типа лазера из числа промышленных лазеров для обработки материалов, например резки, сварки или закалки. Это могут быть лазер CO_2, лазер YAG, полупроводниковый лазер, дисковый лазер, волоконный лазер и т. д.

2 Параметры лазера устанавливают таким образом, чтобы аккумулятор перешел в режим теплового разгона в течение 10 мин, поскольку более длительное облучение может вызвать ненужный нагрев расположенных рядом аккумуляторов и/или БС.

3 Испытание следует проводить в тщательно проветриваемой среде, чтобы избежать воздействия выходящего из аккумулятора газа.

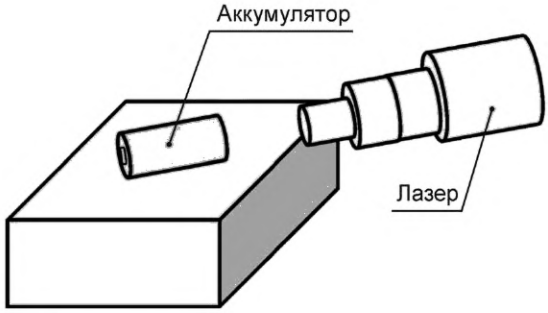


Рисунок В.1 — Пример схемы проведения испытания с использованием лазера

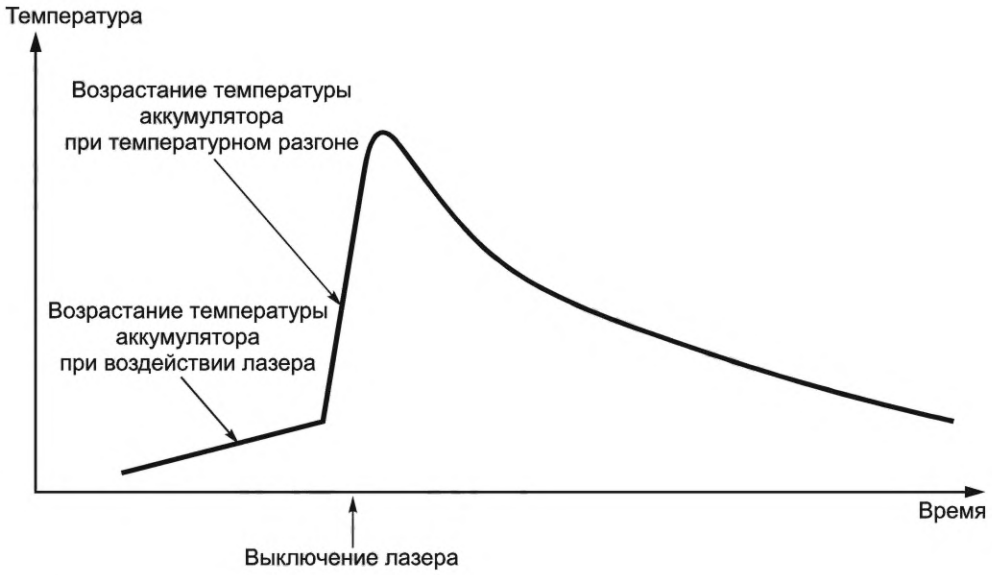


Рисунок В.2 — Пример типичного профиля изменения температуры аккумулятора

В.2.2 Испытание батарейной системы (основное испытание)

1) БС полностью заряжают в соответствии с условиями, указанными изготовителем.

2) На аккумуляторах размещают термопары для измерения температуры их поверхности. Рекомендуется установить несколько термопар для резервирования сбора данных.

3) БС закрепляют на испытательном стенде. Следует учитывать путь луча лазера. Точку воздействия лазера на аккумулятор следует выбрать аналогичной точке, определенной в предварительном испытании на аккумуляторе.

4) Устанавливают и подтверждают программу облучения лазером и ее работу. Для предотвращения повреждения лазерных систем, когда аккумулятор выходит в режим теплового разгона и вскрывается, рекомендуется использовать защитные крышки.

5) Размещают оборудование для измерения температуры аккумулятора и т. д.

6) Устанавливают уставку температуры окружающей среды на (25 ± 5) °С. Контроллер температуры, например системы кондиционирования воздуха, должен поддерживать температуру окружающей среды до тех пор, пока температура ИА не достигнет максимальной температуры.

7) ИА облучают лазером в установленной точке. Непрерывно измеряют температуру аккумуляторов от начала облучения до конца наблюдения.

8) При возникновении быстрого повышения температуры из-за теплового разгона аккумулятора лазер выключают.

9) Наблюдают за температурой и внешним видом БС не менее 1 ч и продолжают наблюдение, пока температура аккумуляторов не снизится достаточно для безопасного обращения.

Испытание следует проводить в тщательно проветриваемой среде, чтобы избежать воздействия выходящего из ИА и/или других аккумуляторов газа.

Приложение С
(справочное)

Процедура испытания на распространение возгорания методами, отличными от лазера

С.1 Общие положения

Для инициализации теплового разгона аккумулятора используют метод с применением лазера, как описано в 7.3.3 и приложении В. Допускается использование других методов, определенных в С.3. Для получения детальной процедуры теплового разгона аккумулятора испытатель должен связаться с изготовителем аккумулятора или БС.

Примечание — Целью данного испытания является не оценка одиночного аккумулятора, а оценка характера распространения возгорания внутри БС. Таким образом, нижеприведенные методы, которые вызывают тепловой разгон, не имитируют внутреннее короткое замыкание аккумулятора, а только инициируют возгорание.

С.2 Условия испытаний

1) БС полностью заряжают в соответствии с рекомендуемыми изготовителем условиями.

2) Один из аккумуляторов БС, выбранный в качестве ИА, предназначен для принудительного перевода в режим теплового разгона в качестве инициатора испытания. Если БС содержит три аккумулятора или более, расположенные на концах конфигурации БС аккумуляторы не могут быть выбраны в качестве ИА, т. е. ИА должен иметь по крайней мере два других аккумулятора непосредственно рядом с собой.

3) Испытание допускается проводить с использованием специально подготовленного ИО, который имеет нагреватель или отверстие для протыкания гвоздем для облегчения проведения испытания. Однако особая функция, предусмотренная для облегчения проведения испытания, не должна влиять на рассеяние тепла БС.

С.3 Методы для инициирования теплового разгона

Для инициирования теплового разгона применяют один из нижеприведенных методов.

1) Нагрев

Использованный метод инициирования должен приводить к нагреву только ИА. Источник нагрева должен быть выключен, когда ИА перейдет в режим теплового разгона:

- нагрев с помощью нагревателя;
- нагрев горелкой;
- индукционный нагрев.

2) Перезаряд

ИА подвергают перезаряду с применением условий, рекомендуемых изготовителем, до тех пор, пока он не будет переведен в режим теплового разгона. Другие аккумуляторы батарейной системы не должны быть перезаряжены. Если конструкцией аккумулятора предусмотрено устройство прерывания тока (УПТ), допускается использовать аккумулятор, УПТ которого было изменено так, чтобы оно не работало.

3) Протыкание аккумулятора гвоздем

ИА протыкают гвоздем для создания короткого замыкания между положительным и отрицательным электродами. Гвоздь до начала испытания допускается нагреть.

4) Комбинация вышеперечисленных методов 1)—3).

5) Другие методы, которые определены как приемлемые по теории и подтвержденные на практике.

Приложение D
(справочное)

Упаковка и транспортирование

Целью упаковки литиевых аккумуляторов и БС для транспортирования является предотвращение возможности короткого замыкания, механических повреждений и возможного попадания влаги. Материалы и конструкция упаковки должны быть выбраны таким образом, чтобы предотвратить развитие непреднамеренной электрической проводимости, коррозии выводов и попадания загрязняющих веществ из окружающей среды.

Вопросы транспортирования литий-ионных аккумуляторов, БМ, ББ и БС регулируются правилами Международной организации гражданской авиации (ICAO), Международной ассоциации воздушного транспорта (IATA), Международной морской организации (IMO) и другими государственными учреждениями.

Правила международной перевозки аккумуляторных литиевых батарей основаны на Рекомендациях ООН по перевозке опасных грузов. Требования к испытаниям определены в Руководстве ООН по испытаниям и критериям. Поскольку правила могут изменяться, следует использовать последнюю редакцию Руководства.

Дополнительная информация приведена в МЭК 62281.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
IEC 62133-2:2017	IDT	ГОСТ Р МЭК 62133-2—2019 «Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Требования безопасности портативных герметичных аккумуляторов и батарей из них при портативном применении. Часть 2. Системы на основе лития»
IEC 62620:2014	IDT	ГОСТ Р МЭК 62620—2016 «Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Аккумуляторы и батареи литиевые для промышленных применений»
ISO/IEC Guide 51	IDT	ГОСТ Р 57149—2016/ISO/IEC Guide 51:2014 «Аспекты безопасности. Руководящие указания по включению их в стандарты»

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

IEC 60050-482:2004	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 482: Primary and Secondary cells and batteries (Международный электротехнический словарь. Часть 482. Первичные и вторичные элементы и батареи)
IEC 60730-1:2013 IEC 60730-1:2013/ AMD1:2015 IEC 60730-1:2013/ AMD2:2020	Automatic electrical controls — Part 1: General requirements (Автоматические электрические управляющие устройства. Часть 1. Общие требования)
IEC 60812	Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA) [Анализ видов и последствий отказов (FMEA и FMECA)]
IEC 61000-4-2	Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-2: Testing and measurement techniques — Electrostatic discharge immunity test) (Электромагнитная совместимость. Часть 4-2. Методики испытаний и измерений. Испытание на невосприимчивость к электростатическому разряду)
IEC 61000-6-1	Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-1: Generic standards — Immunity standard for residential, commercial and light-industrial environments [Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-1. Общие стандарты. Стандарт помехоустойчивости для жилых, коммерческих и легких промышленных обстановок]
IEC 61000-6-2	Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-2: Generic standards — Immunity standard for industrial environments [Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-2. Общие стандарты. Стандарт помехоустойчивости для промышленных обстановок]
IEC 61000-6-3	Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-3: Generic standards — Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments [Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-3. Общие стандарты. Стандарт электромагнитной эмиссии для оборудования, используемого в жилых обстановках]
IEC 61000-6-4	Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-4: Generic standards — Emission standard for industrial environments [Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-4. Общие стандарты. Стандарт электромагнитной эмиссии для промышленных обстановок]
IEC 61000-6-7	Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-7: Generic standards — Immunity requirements for equipment intended to perform functions in a safety-related system (Functional safety) in industrial locations [Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-7. Общие стандарты. Требования помехоустойчивости для оборудования, предназначенного для выполнения функций в системе, связанной с безопасностью (функциональная безопасность) в промышленных расположениях]
IEC 61025	Fault tree analysis (FTA) [Анализ дерева отказов (FTA)]
IEC 61434	Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Guide to the designation of current in alkaline secondary cell and battery standards (Аккумуляторы и батареи, содержащие щелочи или другие некислотные электролиты. Руководство по обозначению тока в стандартах на щелочные аккумуляторы и батареи)
IEC 61508 (all parts)	Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems (Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью)
IEC 61511-1	Functional safety — Safety instrumented systems for the process industry sector — Part 1: Framework, definitions, system, hardware and application programming requirements (Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 1. Требования к структуре, определениям, системе, аппаратному обеспечению и прикладному программированию)

IEC 61513	Nuclear power plants — Instrumentation and control important to safety — General requirements for systems (Атомные станции. Системы контроля и управления важные для безопасности. Общие требования)
IEC 61960-3	Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Secondary lithium cells and batteries for portable applications — Part 3: Prismatic and cylindrical lithium secondary cells and batteries made from them (Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Литиевые аккумуляторы и батареи для портативных применений. Часть 3. Призматические и цилиндрические литиевые аккумуляторы и батареи)
IEC 62660 (all parts)	Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles (Аккумуляторы литий-ионные для электрических дорожных транспортных средств)
IEC 62281	Safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport (Безопасность при транспортировании первичных литиевых элементов и батарей, литиевых аккумуляторов и аккумуляторных батарей)
IEC 62109-1	Safety of power converters for use in photovoltaic power systems — Part 1: General requirements (Безопасность силовых преобразователей для фотоэлектрических систем. Часть 1. Общие требования)
IEC 62368-1	Audio/video, information and communication technology equipment — Part 1: Safety requirements (Аудио-, видеоаппаратура, оборудование информационных технологий и техники связи. Часть 1. Требования безопасности)
ISO 9001:2015	Quality management systems — Requirements (Системы менеджмента качества. Требования)

УДК 621.335.9:006.354 ОКС 29.220.99

Ключевые слова: аккумулятор литий-ионный, батарейная система, безопасность

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 23.06.2023. Подписано в печать 06.07.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,34.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

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