ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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 62133-2:2017, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

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 7 октября 2019 г. № 963-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 62133-2:2017 «Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Требования безопасности для портативных герметичных аккумуляторов и батарей из них при портативном применении. Часть 2. Системы на основе лития» (IEC 62133-2:2017 «Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications — Part 2: Lithium systems», IDT).

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

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р МЭК 62133—2004 в части систем на основе лития

6 Некоторые положения настоящего стандарта могут являться объектами патентных прав. Международная электротехническая комиссия (IEC) не несет ответственности за идентификацию подобных патентных прав

*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

© Стандартинформ, оформление, 2019

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 . . . 1
4 Допуски измерения параметров . . . 3
5 Общие вопросы безопасности . . . 3
5.1 Общие положения . . . 3
5.2 Изоляция и провода . . . 4
5.3 Сброс . . . 4
5.4 Управление температурой/напряжением/током . . . 4
5.5 Выводные контакты . . . 4
5.6 Монтаж аккумуляторов в батареи . . . 4
5.6.1 Общие положения . . . 4
5.6.2 Рекомендации по конструкции . . . 5
5.6.3 Механическая защита элементов и компонентов батарей . . . 5
5.7 План качества . . . 5
6 Испытания типа и размер выборок . . . 5
7 Методы испытаний и требования . . . 6
7.1 Процедуры заряда для целей испытания . . . 6
7.1.1 Первая процедура . . . 6
7.1.2 Вторая процедура . . . 7
7.2 Использование по назначению . . . 7
7.2.1 Продолжительный заряд (аккумуляторов) малым током . . . 7
7.2.2 Устойчивость корпуса (батареи) при высокой температуре окружающей среды . . . 7
7.3 Предсказуемое неправильное использование . . . 7
7.3.1 Внешнее короткое замыкание (аккумуляторы) . . . 7
7.3.2 Внешнее короткое замыкание (батареи) . . . 8
7.3.3 Свободное падение . . . 8
7.3.4 Термоудар (аккумуляторы) . . . 8
7.3.5 Раздавливание аккумуляторов . . . 9
7.3.6 Перезаряд . . . 9
7.3.7 Принудительный разряд (аккумуляторы) . . . 9
7.3.8 Механические испытания (батареи) . . . 10
7.3.9 Оценка конструкции. Принудительное внутреннее короткое замыкание (аккумуляторы) . . . 11
8 Информация о безопасности . . . 13
8.1 Общие положения . . . 13
8.2 Информация по безопасности малогабаритных аккумуляторов и батарей . . . 13
9 Маркировка . . . 14
9.1 Маркировка аккумуляторов . . . 14
9.2 Маркировка батарей . . . 14
9.3 Предупреждение по попаданию внутрь малогабаритных аккумуляторов и батарей . . . 14
9.4 Дополнительная информация . . . 15
10 Упаковка . . . 15
Приложение А (обязательное) Безопасные зоны заряда и разряда литий-ионных аккумуляторов . . . 16
Приложение В (справочное) Рекомендации для изготовителей оборудования и батарей . . . 30

Приложение C (справочное) Рекомендации для конечных пользователей аккумуляторов и батарей . 31
Приложение D (обязательное) Измерение внутреннего сопротивления на переменном токе для дисковых аккумуляторов 32
Приложение E (справочное) Упаковка и транспортирование 33
Приложение F (справочное) Ссылки на стандарты компонентной базы 34
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных документов национальным и межгосударственным стандартам 35
Библиография 36

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes. Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications. Part 2. Lithium systems

Дата введения — 2020—05—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования и методы испытаний портативных герметичных литиевых аккумуляторов и батарей для их безопасной эксплуатации при использовании по назначению и при предсказуемом неправильном использовании.

2 Нормативные ссылки

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

IEC 60050-482:2004, International Electrotechnical Vocabulary — Part 482: Primary and secondary cells and batteries (Международный электротехнический словарь. Часть 482. Первичные и вторичные элементы и батареи)

IEC 61960, Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes. Secondary lithium cells and batteries for portable applications (Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной и другие некислотные электролиты. Вторичные литиевые элементы и батареи для портативных применений)

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 МЭК 60050-482 и Руководству ИСО/МЭК 51, а также следующие термины с соответствующими определениями:

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

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

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

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

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): Такое использование продукта, процесса или услуги, которое не предусмотрено поставщиком, но которое может быть результатом легко предсказуемого поведения человека.

Издание официальное

3.7 **аккумулятор** (*вторичный элемент)* (secondary cell): Простейшее изготовляемое изделие, которое состоит из электродов, сепараторов, электролита, корпуса и выводов, обеспечивающее источник электрической энергии путем прямого преобразования химической энергии и способное заряжаться электрическим током.

3.8 **аккумуляторная батарея** (*вторичная батарея*) (secondary battery): Сборка из аккумулятора(ов), готовая для использования в качестве источника электрической энергии, характеризующаяся напряжением, размером, расположением выводов, емкостью и скоростью разряда.

Примечание — Включает в себя батареи, содержащие единственный аккумулятор.

3.9 **течь** (leakage): Незапланированный видимый выход жидкого электролита.

3.10 **сброс** (venting): Высвобождение избыточного внутреннего давления из аккумулятора или батареи таким образом, чтобы предотвратить разрыв или взрыв.

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

3.12 **взрыв** (explosion): Авария, возникающая при резком открытии оболочки аккумулятора или корпуса батареи, сопровождающимся сильным выбросом газообразных, жидких и/или твердых компонентов.

3.13 **воспламенение** (fire): Выброс пламени от аккумулятора или батареи.

3.14 **портативная батарея** (portable battery): Батарея для использования в устройстве или приборе, переносимом вручную.

3.15 **портативный аккумулятор** (portable cell): Элемент, предназначенный для сборки портативной батареи.

3.16 **полимерный литий-ионный аккумулятор** (lithium ion polymer cell): Элемент, в котором использован электролит не в виде жидкости, а в виде полимерного геля или твердый полимерный электролит.

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

Примечание 1 — Нормированная емкость — это количество электричества С5 (А · ч), установленное изготовителем, которое конкретный аккумулятор может отдать при разряде базовым током испытания, равным 0,2 I_t А, до установленного конечного напряжения после заряда, хранения и разряда при установленных условиях.

Примечание 2 — Адаптировано из МЭК 60050-482:2004, статья 482-03-15. Внесено изменение: в определении к термину слово «батарея» было заменено на «аккумулятор или батарея», добавлено примечание.

3.18 **базовый ток испытания I_t** (reference test current I_t): Ток заряда или разряда, выраженный в величинах, кратных I_t А, где I_t А = C_5 А · ч/1 ч (как определено в МЭК 61434) и основанный на нормированной емкости пятичасового разряда C_5 элемента или батареи.

3.19 **верхний предел напряжения заряда** (upper limit charging voltage): Наивысшее напряжение заряда в рабочей зоне напряжений аккумулятора, которое установлено изготовителем аккумулятора.

3.20 **максимальный ток заряда** (maximum charging current): Максимальный ток заряда в рабочей зоне аккумулятора, установленный изготовителем аккумулятора.

3.21 **дисковый элемент** (button cell, coin cell, coin battery): Маленький круглый элемент или батарея, в котором общая высота меньше диаметра.

Примечание 1 — В английском языке термин «монетный элемент» или «монетная батарея» используется только для литиевых батарей, в то время как термин «кнопочный элемент» или «кнопочная батарея» используется только для нелитиевых батарей. В других языках, кроме английского, термины «монета» и «кнопка» часто используются взаимозаменяемо, независимо от электрохимической системы.

Примечание 2 — Адаптировано из МЭК 60050-482:2004, статья 482-02-40. Внесено изменение: добавлен термин «монетная батарея» и примечание «На практике термин «монетный» используется исключительно для неводных литиевых элементов» заменено на другое примечание.

3.22 **цилиндрический элемент** (cylindrical cell): Элемент цилиндрической формы, в котором общая высота равна или более диаметра.

Примечание — Адаптировано из МЭК 60050-482:2004, статья 482-02-39.

3.23 **призматический элемент** (prismatic cell): Элемент, имеющий форму параллелепипеда с прямоугольными гранями.

Примечание 1 — Призматические элементы могут быть снабжены либо жестким металлическим корпусом, либо корпусом из гибкой ламинированной пленки.

Примечание 2 — Адаптировано из МЭК 60050-482:2004, статья 482-02-38. Внесено изменение: в определении к термину источника «призматический» (прил.) слова «определяет элемент или батарею» заменены словом «элемент», добавлено примечание.

3.24 **блок элементов** (*параллельное соединение*) (cell block, parallel connection): Расположение элементов или батарей, в которых все положительные выводы и все отрицательные выводы, соответственно, соединены вместе.

Примечание — Адаптировано из МЭК 60050-482:2004, статья 482-03-39. Внесено изменение: добавлен термин «блок элементов».

3.25 **функциональная безопасность** (functional safety): Часть общей безопасности, которая зависит от функциональных и физических устройств, работающих правильно в ответ на их входные данные.

Примечание — Адаптировано из МЭК 60050-351:2013, статья 351-57-06.

3.26 **напряжение конца разряда** (*конечное напряжение*) (end-of-discharge voltage, final voltage): Установленное напряжение батареи, при котором разряд батареи заканчивается.

Примечание — Адаптировано из МЭК 60050-482:2004, статья 482-03-30. Внесено изменение: исключены термины «напряжение отключения» и «напряжение конечной точки».

4 Допуски измерения параметров

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

a) ± 1 % — для напряжения;
b) ± 1 % — для тока;
c) ± 2 °C — для температуры;
d) ± 0,1 % — для времени;
e) ± 1 % — для размеров;
f) ± 1 % — для емкости.

Эти допуски включают в себя точность измерительного инструмента и приборов, используемого метода измерения и все другие источники ошибки в методе испытания.

Сведения об использованных приборах следует указывать в каждом отчете с результатами испытаний.

5 Общие вопросы безопасности

5.1 Общие положения

Безопасность вторичных элементов (аккумуляторов) и батарей требует рассмотрения двух наборов применяемых условий:

1) использование по назначению;
2) предсказуемое неправильное использование.

Аккумуляторы и батареи должны быть сконструированы и изготовлены таким образом, чтобы они были безопасными как в условиях использования по назначению, так и предсказуемого неправильного использования. Допускается, что аккумуляторы или батареи, подвергшиеся неправильному использованию, могут не функционировать. Однако (даже при этом) они не должны представлять никакой значительной опасности. Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, используемые по назначению, должны быть не только безопасными, но и оставаться полностью работоспособными.

Потенциальные опасности, рассматриваемые в настоящем стандарте.

- воспламенение;
- взрыв;
- течь электролита из аккумулятора;
- сброс давления;

- ожоги от чрезмерно высоких внешних температур;
- разрыв корпуса батареи с выходом внутренних компонентов.

Соответствие аккумуляторов и батарей недисковой конструкции с внутренним сопротивлением более 3 Ом требованиям 5.2—5.7 проверяют визуальным осмотром, проведением испытаний по разделу 7, и по соответствующему стандарту (см. раздел 2 и таблицу 1). Внутреннее сопротивление следует измерять в соответствии с приложением D.

5.2 Изоляция и провода

Сопротивление изоляции при напряжении постоянного тока 500 В между положительным выводом и внешне открытыми металлическими поверхностями батареи, за исключением электрических контактных поверхностей, должно быть не менее 5 МОм при измерении через 60 с после начала подачи напряжения.

Провода и их изоляция должны выдерживать максимальные ожидаемые напряжение, ток, температуру, высоту и влажность. Конструкция проводки должна быть такой, чтобы между проводниками поддерживались надлежащие зазоры и расстояния. Механическая прочность внутренних соединений должна быть достаточной для противостояния условиям, возможным при предсказуемом неправильном использовании (т. е. припой как единственную меру не считают надежным средством соединения).

5.3 Сброс

Корпуса аккумулятора и батареи должны быть оснащены механизмом сброса давления или сконструированы таким образом, чтобы они уменьшали чрезмерное внутреннее давление при значениях и со скоростью, которые исключают разрыв, взрыв и самовоспламенение. Если для поддержки аккумуляторов во внешнем корпусе использует инкапсуляцию, то тип инкапсулянта и способ инкапсуляции не должны приводить к перегреву батареи во время нормальной работы и препятствовать сбросу давления.

5.4 Управление температурой/напряжением/током

Конструкция батарей должна быть такой, чтобы не допускались условия аномального повышения температуры. Батарейные системы должны быть сконструированы для работы в пределах значений напряжений, токов и температур, установленных изготовителем аккумулятора. К батареям должны быть приложены технические условия и инструкции по зарядке для изготовителей оборудования, чтобы соответствующие зарядные устройства были сконструированы таким образом, чтобы поддерживать заряд в пределах установленных ограничений по напряжению, току и температуре.

5.5 Выводные контакты

Размер и форма выводных контактов должны обеспечивать гарантию того, что они могут пропускать максимальный ожидаемый ток. Внешние контактные поверхности выводных контактов формируют из электропроводящих материалов с хорошей механической прочностью и коррозионной стойкостью. Контакты выводов должны быть расположены таким образом, чтобы свести к минимуму риск короткого замыкания.

5.6 Монтаж аккумуляторов в батареи

5.6.1 Общие положения

Каждая батарея должна иметь независимое управление и защиту для тока, напряжения, температуры и любых других параметров, необходимых для обеспечения безопасности и поддержания параметров аккумуляторов в пределах их рабочей зоны. Такая защита может быть предусмотрена и вне батареи, например внутри зарядного устройства или конечных устройств применения. Если защита является внешней по отношению к батарее, изготовитель батареи должен предоставить изготовителю внешнего устройства для реализации информацию, существенную для безопасности.

Если в одном корпусе батареи содержится более одной батареи, каждая батарея должна иметь защитную схему, которая способна поддерживать аккумуляторы в пределах их рабочих зон.

Изготовители аккумуляторов должны указывать предельные значения тока, напряжения и температуры, чтобы изготовитель/проектировщик батареи мог обеспечить надлежащую конструкцию и сборку (см. приложение А).

Батареи, предназначенные для выборочного разряда части из последовательно соединенных аккумуляторов, должны быть снабжены схемами для предотвращения работы аккумуляторов вне пределов, установленных изготовителем аккумуляторов.

При использовании конечного устройства (при необходимости) должны быть добавлены компоненты защитной цепи. Изготовитель батареи для подтверждения соответствия настоящему стандарту должен обеспечить анализ безопасности схемы безопасности батареи с протоколом испытаний, включающим анализ неисправностей схемы защиты как в условиях заряда, так и разряда.

5.6.2 Рекомендации по конструкции

Напряжение каждого аккумулятора или каждого аккумуляторного блока, состоящего из нескольких параллельно соединенных аккумуляторов, не должно превышать верхний предел напряжения заряда, указанный в таблице 2, за исключением случая, когда эквивалентную функцию имеют сами электронные устройства, в которых применяют батарею.

В отношении батареи и устройства конструктор должен учитывать следующее:

- для батареи, состоящей из одного аккумулятора или одного блока, рекомендуется, чтобы напряжение заряда аккумулятора не превышало верхнюю границу напряжения заряда, указанного в таблице 2;
- для батареи, состоящей из нескольких последовательно соединенных одиночных аккумуляторов или блоков, рекомендуется контролировать напряжение каждого отдельного аккумулятора или блока, чтобы оно не превышало верхний предел напряжения заряда, указанный в таблице 2;
- для батареи, состоящей из нескольких последовательно соединенных одиночных аккумуляторов или блоков, рекомендуется, чтобы заряд прекращался, когда верхний предел напряжения заряда превышен для любого из отдельных аккумуляторов или блоков путем измерения напряжений каждого отдельного аккумулятора или блока;
- для батареи, состоящей из последовательно соединенных аккумуляторов или блоков, соблюдение установленного значения напряжения заряда не должно считаться защитой от перезаряда;
- для батареи, состоящей из последовательно соединенных аккумуляторов или блоков, аккумуляторы должны иметь близкие емкости, одну и ту же конструкцию, один и тот же химический состав и должны быть изготовлены одним изготовителем;
- рекомендуется, чтобы напряжения при разряде аккумуляторов и блоков не выходили за пределы конечного напряжения, установленного изготовителем аккумуляторов;
- для батареи, состоящей из последовательно соединенных аккумуляторов или блоков, в систему управления батареей должна быть включена схема балансировки аккумуляторов.

5.6.3 Механическая защита элементов и компонентов батарей

В целях предотвращения повреждения в результате правильного и предполагаемого предсказуемого неправильного использования должна быть предусмотрена механическая защита для аккумуляторов, их соединений и схем управления внутри батареи. Механическая защита может быть обеспечена корпусом батареи или корпусом конечного продукта для батарей, предназначенных для встраивания в конечный продукт.

Корпуса батарей и отсеков корпуса устройства должны быть спроектированы таким образом, чтобы допускать изменение размеров аккумуляторов во время заряда и разряда, как рекомендовано изготовителем аккумуляторов.

Для батарей, предназначенных для встраивания в портативное конечное изделие, при проведении механических испытаний следует предусмотреть испытания с батареей, установленной в конечном изделии.

5.7 План качества

Изготовитель батарей должен подготовить и реализовать план качества, который определяет процедуры контроля материалов, компонентов, аккумуляторов и батарей и охватывает все стадии производства каждого типа аккумулятора или батареи. Изготовители должны оценивать свои технологические возможности и внедрять необходимые механизмы контроля за технологическими процессами, так как они влияют на безопасность продукции.

6 Испытания типа и размер выборок

Испытания проводят на аккумуляторах или батареях, с даты изготовления которых прошло не более 6 мес, с учетом их числа, указанного в таблице 1. Внутреннее сопротивление дисковых аккуму-

ляторов необходимо измерять в соответствии с приложением D. Дисковые аккумуляторы с внутренним сопротивлением менее или равным 3 Ом следует испытывать в соответствии с таблицей 1. Если не указано иное, испытания проводят при температуре окружающей среды (25 ± 5) °С.

Примечание — Условия испытаний предназначены только для типовых испытаний и не означают, что использование по назначению включает в себя работу в этих условиях. Предел 6 мес введен для сравнимости испытаний и не означает, что безопасность аккумуляторов и батарей снижается после 6 мес.

Таблица 1 — Объем выборки для типовых испытаний

Испытание	Аккумулятор[a),d)]	Батарея
7.2.1 Продолжительный заряд	5	—
7.2.2 Устойчивость корпуса при высокой температуре	—	3
7.3.1 Внешнее короткое замыкание	5 на каждую температуру	—
7.3.2 Внешнее короткое замыкание	—	5
7.3.3 Свободное падение	3	3
7.3.4 Термоудар	5 на каждую температуру	—
7.3.5 Раздавливание	5 на каждую температуру	—
7.3.6 Перезаряд	—	5
7.3.7 Принудительный разряд	5	—
7.3.8 Механические испытания:		
7.3.8.1 Воздействие вибрации	—	3
7.3.8.2 Механический удар	—	3
7.3.9 Принудительное внутреннее короткое замыкание[b), c)]	5 на каждую температуру	—
D.2 Измерение внутреннего сопротивления на переменном токе для дисковых элементов	3	—

[a)] Исключая дисковые элементы с внутренним сопротивлением более 3 Ом.
[b)] Испытание для отдельных стран: требуется только для перечисленных стран*.
[c)] Не применяется для дисковых и литий-ионных полимерных аккумуляторов.
[d)] Для испытаний, требующих процедуру заряда по 7.1.2 (процедура 2): испытывают по пять элементов на каждую температуру.

* Перечисление стран приведено в примечании к 7.3.9, перечисление а) (пояснение разработчика стандарта).

По результатам анализа безопасности по 5.6.1 должны быть определены компоненты цепи защиты, критичные для защиты от короткого замыкания, перезаряда и переразряда. При проведении испытания на короткое замыкание следует моделировать любой возможный одиночный отказ, который может возникнуть в цепи защиты, влияющей на результаты испытания на короткое замыкание.

7 Методы испытаний и требования

7.1 Процедуры заряда для целей испытания

7.1.1 Первая процедура

Указанную процедуру заряда применяют к подклассам, отличным от указанных в 7.1.2.

Если в настоящем стандарте не указано иное, аккумуляторы или батареи должны быть заряжены при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С с использованием метода, указанного изготовителем.

До начала заряда батарея должна быть разряжена постоянным током 0,2 I_t А до заданного конечного напряжения при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С.

7.1.2 Вторая процедура

Указанную процедуру заряда применяют только к 7.3.1, 7.3.4, 7.3.5 и 7.3.9.

После стабилизации в течение 1 ч и 4 ч при температуре окружающей среды, равной наибольшей и наименьшей температурам испытаний соответственно, как указано в таблице 2, аккумуляторы заряжают, применяя верхний предел напряжения заряда и максимальный ток заряда, пока ток не уменьшится до 0,05 I_t А, используя метод заряда при постоянном напряжении.

Таблица 2 — Условия процедуры заряда

Верхний предел напряжения заряда	Максимальный ток заряда	Верхний предел температуры при заряде	Нижний предел температуры при заряде
Устанавливает изготовитель аккумулятора(ов)			

Примеры рабочей зоны для заряда и разряда приведены на рисунках А.1 и А.2 приложения А. В таблице А.1 приложения А приведен список вариантов химического состава литий-ионных аккумуляторов и примеры параметров рабочих зон.

Предостережение — ПРИ ИСПЫТАНИЯХ, ПРИВЕДЕННЫХ В НАСТОЯЩЕМ РАЗДЕЛЕ, ИСПОЛЬЗУЮТ ПРОЦЕДУРЫ, КОТОРЫЕ МОГУТ ПРИЧИНИТЬ ВРЕД, ЕСЛИ НЕ БУДУТ ПРИНЯТЫ СООТВЕТСТВУЮЩИЕ МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ. ИСПЫТАНИЯ ДОЛЖНЫ ПРОВОДИТЬ ТОЛЬКО КВАЛИФИЦИРОВАННЫЕ И ОПЫТНЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ НАДЛЕЖАЩУЮ ЗАЩИТУ. ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОЖОГОВ СЛЕДУЕТ СОБЛЮДАТЬ ОСТОРОЖНОСТЬ В ОТНОШЕНИИ ТЕХ АККУМУЛЯТОРОВ ИЛИ БАТАРЕЙ, КОРПУСА КОТОРЫХ МОГУТ В ХОДЕ ИСПЫТАНИЙ НАГРЕВАТЬСЯ СВЫШЕ 75 °С.

7.2 Использование по назначению

7.2.1 Продолжительный заряд (аккумуляторов) малым током

a) Требования

Продолжительный заряд малым током не должен приводить к воспламенению или взрыву.

b) Испытание

Полностью заряженные аккумуляторы подвергают заряду в течение 7 сут, используя метод заряда со значениями тока и стандартного напряжения, установленными изготовителем.

c) Оценка критериев соответствия

Отсутствие воспламенения, взрыва, течи электролита.

7.2.2 Устойчивость корпуса (батареи) при высокой температуре окружающей среды

a) Требования

Внутренние компоненты батарей должны во время эксплуатации быть стойкими к воздействию высоких температур. Это требование применяют только к батареям с литым корпусом.

b) Испытание

Полностью заряженные в соответствии с первой процедурой по 7.1.1 батареи подвергают воздействию умеренно высокой температуры для оценки сохранения целостности корпуса. Батарею помещают в конвекционную термокамеру с температурой (70 ± 2) °С. Батареи выдерживают в термокамере в течение 7 ч, после чего их вынимают и выдерживают до достижения ими комнатной температуры.

c) Оценка критериев соответствия

Отсутствие физического искажения корпуса батареи, приводящего к обнажению внутренних защитных компонентов и аккумуляторов.

7.3 Предсказуемое неправильное использование

7.3.1 Внешнее короткое замыкание (аккумуляторы)

a) Требования

Короткое замыкание положительного и отрицательного выводов аккумуляторов при высокой температуре не должно приводить к их возгоранию или взрыву.

b) Испытание

Полностью заряженные в соответствии со второй процедурой по 7.1.2 аккумуляторы хранят при температуре окружающей среды (55 ± 5) °С. После стабилизации в течение от 1 до 4 ч и выдержки при температуре окружающей среды (55 ± 5) °С аккумулятор замыкают накоротко путем соединения положительного и отрицательного выводов внешним проводником с полным сопротивлением (80 ± 20) мОм. Аккумуляторы испытывают в течение 24 ч или до тех пор, пока температура корпуса не уменьшится на 20 % от максимальной достигнутой, в зависимости от того, что произошло ранее.

c) Оценка критериев соответствия

Отсутствие воспламенения, отсутствие взрыва.

7.3.2 Внешнее короткое замыкание (батареи)

a) Требования

Короткое замыкание положительного и отрицательного выводов батареи не должно приводить к их возгоранию или взрыву.

b) Испытание

Полностью заряженные в соответствии с процедурой по 7.1.1 батареи хранят при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С. Затем батареи замыкают накоротко путем соединения положительного и отрицательного выводов внешним проводником с полным сопротивлением (80 ± 20) мОм. Батареи испытывают в течение 24 ч или до тех пор, пока температура корпуса не снизится на 20 % по отношению к максимальной достигнутой температуре, в зависимости от того, что произошло ранее. Однако в случае быстрого снижения тока короткого замыкания батарея должна оставаться под наблюдением в течение еще 1 ч после того, как ток достигнет наименьшего значения установившегося в конце состояния. Обычно это относят к условию, когда напряжение на один аккумулятор (только в случае последовательно соединенных аккумуляторов) в батарее ниже 0,8 В и уменьшается менее чем на 0,1 В в течение 30 мин.

Перед проведением испытания на короткое замыкание необходимо имитировать единичный отказ в цепи защиты разряда на 1—4 образцах из пяти (в зависимости от схемы защиты). Единичный отказ применяется к элементам компонентной базы защиты, таким как МОП-транзистор (полупроводниковый полевой транзистор, MOSFET), плавкий предохранитель, термостат или термистор с положительным температурным коэффициентом (PTC).

Примечание — Примеры условий единичных отказов в схеме защиты разряда могут включать в себя замыкание на разрядном МОП-транзисторе или на предохранителе, или на другом защитном устройстве. Защитные устройства, которые соответствуют требованиям применимых стандартов на компоненты, указанных в приложении F, или электронные схемы, рассчитанные на функциональную безопасность, не подвергают имитации условий единичного отказа.

c) Оценка критериев соответствия

Отсутствие воспламенения, отсутствие взрыва.

7.3.3 Свободное падение

a) Требования

Падение аккумулятора или батареи (например, с поверхности стола) не должно приводить к возгоранию или взрыву.

b) Испытания

Испытание на свободное падение проводят при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С на полностью заряженных в соответствии с первой процедурой по 7.1.1 аккумуляторах или батареях. Каждый аккумулятор или каждую батарею три раза сбрасывают с высоты 1 м на бетонный пол таким образом, чтобы воздействие ударов было в случайной ориентации.

После испытания аккумуляторы или батареи выдерживают не менее 1 ч и проводят их визуальный осмотр.

c) Оценка критериев соответствия

Отсутствие возгорания и взрыва аккумуляторов или батарей.

7.3.4 Термоудар (аккумуляторы)

a) Требования

Воздействие экстремально высоких температур не должно вызывать возгорания или взрыва.

b) Испытания

Полностью заряженные в соответствии со второй процедурой по 7.1.2 аккумуляторы помещают в термокамеру с естественной или принудительной конвекцией воздуха при температуре (20 ± 5) °С и выдерживают 1 ч. Затем температуру в термокамере плавно увеличивают со скоростью (5 ± 2) °С/мин

до температуры (130 ± 2) °С. Аккумуляторы выдерживают при этой температуре в течение 30 мин, и испытание прекращают.

c) Оценка критериев соответствия

Отсутствие возгорания и взрыва аккумуляторов.

7.3.5 Раздавливание аккумуляторов

a) Требования

Сильное сдавливание аккумулятора не должно приводить к его возгоранию или взрыву.

b) Испытания

Каждый полностью заряженный в соответствии со второй процедурой по 7.1.2 аккумулятор сразу после заряда сжимают между двумя плоскими поверхностями при температуре окружающей среды.

Усилие для раздавливания прикладывают устройством, обеспечивающим усилие сжатия (13 ± 0,78) кН. Испытание заканчивают после однократного приложения максимального усилия или при резком падении напряжения на одну третью часть от первоначального значения напряжения аккумулятора, после чего усилие сбрасывают.

Сжатие цилиндрических и призматических аккумуляторов проводят таким образом, чтобы их продольная ось была параллельна плоской поверхности сжимающего устройства. Испытание призматических аккумуляторов проводят только по широкой стороне аккумулятора.

Дисковые аккумуляторы должны быть раздавлены приложением усилия к их плоским поверхностям.

c) Оценка критериев соответствия

Отсутствие возгорания и взрыва аккумуляторов.

7.3.6 Перезаряд

a) Требования

Заряд в течение более длительного периода, чем установлено изготовителем, не должен вызывать возгорания или взрыва аккумуляторов и батарей.

b) Испытания

Испытание проводят при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С. Каждая испытуемая батарея должна быть разряжена постоянным током 0,2 I_t А до конечного разрядного напряжения, установленного изготовителем. Затем их подвергают заряду постоянным током 2,0 I_t А с использованием источника питания, который:

- имеет напряжение в 1,4 раза выше верхнего предельного напряжения заряда, установленного в таблице А.1 (но не превышающего 6,0 В), для одиночных аккумуляторов или блоков аккумуляторов или
- имеет напряжение в 1,2 раза выше верхнего предельного напряжения заряда, установленного в таблице А.1, из расчета на один аккумулятор для батарей с несколькими последовательно соединенными аккумуляторами и
- способен поддерживать ток 2,0 I_t А на протяжении всего испытания или до достижения требуемого напряжения.

К каждой испытуемой батарее должна быть прикреплена термопара.

Для батарей с корпусом температуру измеряют на корпусе батареи. Испытание продолжают до тех пор, пока температура внешнего корпуса не достигнет установившихся состояний (изменение менее 10 °С в течение 30-минутного периода) или достигнет температуры окружающей среды.

c) Оценка критериев соответствия

Отсутствие возгорания и взрыва.

7.3.7 Принудительный разряд (аккумуляторы)

a) Требования

Аккумулятор должен выдерживать изменение полярности без воспламенения или взрыва. В батарее или системе допускается использовать защитное устройство.

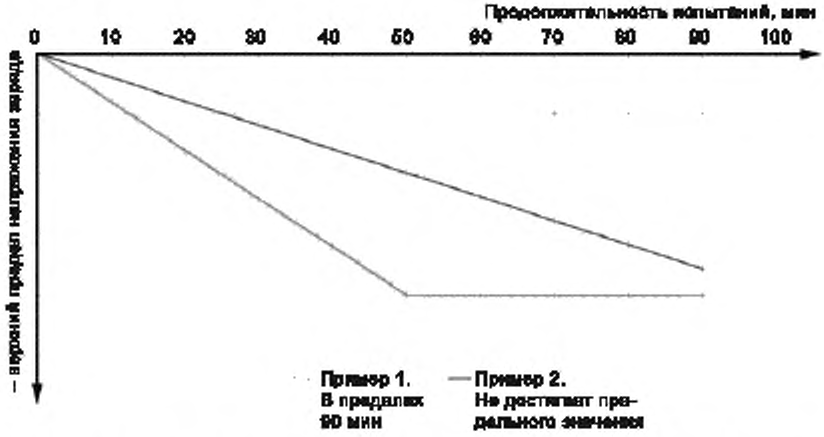
b) Испытания

Одиночный аккумулятор должен быть разряжен до нижнего предельного разрядного напряжения, установленного изготовителем аккумулятора.

Разряженный аккумулятор затем подвергают принудительному разряду током 1 I_t А до достижения напряжения, равного значению верхнего предела напряжения заряда со знаком минус. Общая продолжительность испытаний на принудительный разряд составляет 90 мин.

Если напряжение при разряде достигает указанного значения в течение продолжительности испытания, испытание продолжают при поддержании этого напряжения, уменьшая ток на оставшуюся часть времени испытания (см. пример 1 на рисунке 1).

Если напряжение разряда не достигает указанного значения в течение продолжительности испытания, испытание должно быть прекращено по достижению продолжительности испытания (см. пример 2 на рисунке 1).



Примечание — Кривые, показанные на рисунке 1, являются просто примерами, т.к. кривые (кроме горизонтального участка) могут быть нелинейными или прямыми.

Рисунок 1 — Временная диаграмма принудительного разряда

c) Оценка критериев соответствия

Отсутствие возгорания и взрыва.

7.3.8 Механические испытания (батареи)

7.3.8.1 Вибрация

a) Требования

Вибрация, возникающая при транспортировании и эксплуатации, не должна вызывать течь электролита, возгорание или взрыв.

b) Испытание

Полностью заряженные в соответствии с процедурой по 7.1.1 батареи должны быть надежно закреплены на платформе вибростенда без перекоса таким образом, чтобы точно передавать вибрацию. Испытуемые батареи должны быть подвергнуты синусоидальной вибрации в соответствии с таблицей 3. Указанный цикл повторяют 12 раз в течение примерно 3 ч для каждого из трех взаимно перпендикулярных положений батареи. Одно из направлений должно быть перпендикулярно к поверхности, на которой расположены выводы.

Таблица 3 — Условия испытаний на воздействие вибрации

Диапазон частот, Гц		Амплитуда	Продолжительность цикла логарифмической развертки (7 Гц—200 Гц—7 Гц)	Ось	Число циклов
от	до				
f_1 = 7 Гц	f_2	A1 = 1 g_n	Приблизительно 15 мин	X	12
f_2	f_3	S = 0,8 мм		Y	12
f_3	f_4 = 200 Гц	A2		Z	12
и обратно к частоте f_1 = 7 Гц				Суммарно	36
Примечание — Амплитуда вибрации — это максимальное абсолютное значение смещения или ускорения. Например, амплитуда смещения 0,8 мм соответствует смещению от пика до пика 1,6 мм.					
f_1, f_4 — нижняя и верхняя частоты; f_2, f_3 — частоты перехода (f_2 = 17,62 Гц, f_3 = 49,84 Гц); A1, A2 — ускорение амплитуды (A2 = 8 g_n); S — смещение амплитуды.					

c) Оценка критериев соответствия

Отсутствие возгорания, взрыва, разрыва, течи электролита или сброса давления.

7.3.8.2 Механический удар

a) Требования

Удары, имеющие место в процессе эксплуатации или транспортирования, не должны приводить к возгоранию, взрыву или течи электролита. При данном испытании имитируют грубое воздействие при транспортировании и использовании.

b) Испытания

Полностью заряженные в соответствии с процедурой по 7.1.1 батареи закрепляют на испытательном оборудовании с использованием жесткой рамы, которой закрепляют все монтажные поверхности аккумуляторов или батарей. Каждую испытуемую батарею подвергают ударам трех видов. Удары проводят в каждом из трех взаимно перпендикулярных направлений; общее число ударов — 18. Для каждого удара применяют параметры, установленные в таблице 4.

Таблица 4 — Параметры механических ударов

Испытуемый образец	Форма волны	Пиковое ускорение, g_n	Длительность импульса, мс	Число ударов на половину оси
Батареи	Половина синусоиды	150 g_n	6 мс	3

c) Оценка критериев соответствия

Отсутствие течи электролита, сброса давления, разрыва, взрыва и возгорания.

7.3.9 Оценка конструкции. Принудительное внутреннее короткое замыкание (аккумуляторы)

a) Требования

Испытание на принудительное внутреннее короткое замыкание для цилиндрических и призматических аккумуляторов не должно вызывать воспламенения. Изготовители аккумуляторов должны сохранить отчет о соответствии этим требованиям. Оценку новой конструкции должен проводить изготовитель аккумуляторов или сторонний испытательный центр.

Примечание — Это испытание применяют только во Франции, Японии, Корее и Швейцарии, также оно не требуется для литий-ионных полимерных аккумуляторов.

b) Испытания

Испытание на принудительное внутреннее короткое замыкание проводят в камере в соответствии со следующими процедурами.

1) Число образцов

Это испытание должно проводиться на пяти литий-ионных аккумуляторах на каждую температуру испытаний.

2) Процедура заряда

i) Кондиционирующий заряд и разряд

Образец должен быть заряжен при температуре окружающей среды (20 ± 5) °C в соответствии с рекомендацией изготовителя. Затем образец разряжают при той же температуре постоянным током 0,2 I_t A до конечного напряжения, указанного изготовителем.

ii) Процедура выдержки

Испытуемый аккумулятор выдерживают в течение 1—4 ч при температуре окружающей среды, установленной в таблице 5.

Таблица 5 — Температура окружающей среды для проведения испытаний аккумуляторов[a)]

Пункт испытаний	Испытания при низких температурах, °C	Испытания при высоких температурах, °C
b) 2) ii)	10 ± 2	45 ± 2
b) 2) iv)	10 ± 2	45 ± 2
b) 3) i) A	5 ± 2	50 ± 2
b) 3) ii) A	10 ± 5	45 ± 5
[a)] Испытание проводят, используя условия, приведенные в таблице 2.		

iii) Температура окружающей среды

iv) Процедура заряда для испытания на принудительное внутреннее короткое замыкание

Испытуемый аккумулятор должен быть заряжен при температуре окружающей среды, указанной в таблице 5, при верхнем предельном напряжении заряда постоянным током, указанном изготовителем. Когда достигается верхнее предельное напряжение заряда, заряд продолжают при постоянном напряжении до тех пор, пока значение тока заряда не снизится до 0,05 I_t А.

3) 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

A. Температуру камеры регулируют, как указано в таблице 5. Инструкции по подготовке образцов приведены в разделе А.5 и на рисунках А.6 и А.9 (приложение А). Мешочек из алюминиевой ламинированной фольги с находящейся в нем спиральной скруткой электродов и частицей никеля должен быть помещен в камеру и выдержан в ней в течение (45 ± 15) мин.

B. Скрутку электродов следует вынуть из герметичной упаковки и присоединить выводы для измерения напряжения и термопары измерения температуры на поверхности спиральной скрутки. Затем скрутку электродов устанавливают под прессовым оборудованием, убедившись, что точка размещения никелевой частицы находится прямо 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.

C. Затем следует снять изоляционный лист и закрыть дверцу камеры.

ii) Внутреннее короткое замыкание

A. Испытания следует начать, предварительно убедившись, что температура поверхности скрутки электродов соответствует требуемому значению таблицы 5.

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

Приспособление для нажатия перемещают вниз со скоростью 0,1 мм/с, при этом следует контролировать напряжение аккумулятора. Когда обнаружено падение напряжения, вызванное внутренним коротким замыканием, дальнейшее опускание приспособления для нажатия немедленно прекращают и удерживают его 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 ранее падения напряжения до значения 50 мВ, дальнейшее опускание приспособления для нажатия немедленно прекращают.

c) Оценка критериев соответствия

Отсутствие воспламенения. Если воспламенения не произошло, записывают усилие, при котором произошло внутреннее короткое замыкание.

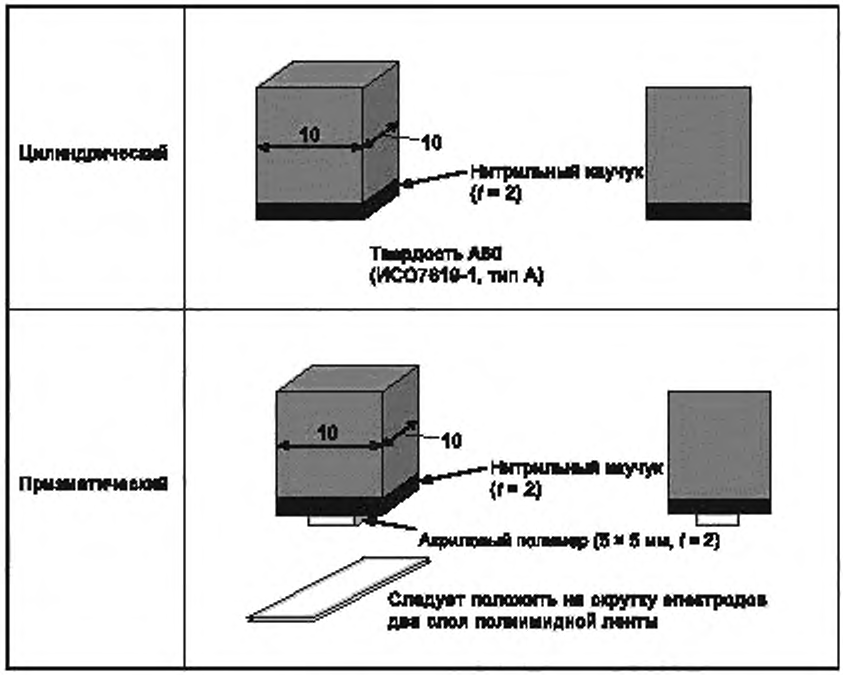


Рисунок 2 — Приспособление для нажатия

8 Информация о безопасности

8.1 Общие положения

Применение портативных герметичных литиевых аккумуляторов и батарей (особенно с нарушением правил эксплуатации) может быть опасным и может причинить вред. Изготовители аккумуляторов обязаны обеспечить предоставление информации о предельных значениях тока, напряжения и температуры для их продукции. Изготовители батарей должны быть уверены, что изготовители оборудования, а в случае прямых поставок и конечные потребители будут обеспечены информацией для минимизации и смягчения опасности.

На изготовителе оборудования лежит ответственность за информирование конечных пользователей о потенциальных опасностях, связанных с использованием оборудования, содержащего аккумуляторы и аккумуляторные батареи. Изготовители устройств должны проводить системный анализ, чтобы гарантировать, что конкретная конструкция батареи предотвратит возникновение опасностей во время использования продукта. В случае необходимости любую информацию, касающуюся предотвращения опасности, выявленную в результате системного анализа, следует предоставлять конечному пользователю.

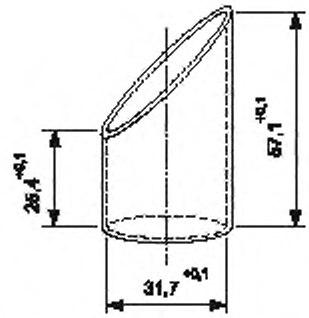
В МЭК ТО 62188 приведено руководство по проектированию и изготовлению портативных батарей, а перечни важных рекомендаций (не являющихся исчерпывающими) приведены для информации в приложениях В и С.

Соответствие может быть проверено экспертизой документации изготовителя.

Не следует разрешать детям заменять батареи без надзора со стороны взрослых.

8.2 Информация по безопасности малогабаритных аккумуляторов и батарей

Малогабаритные аккумуляторы и батареи (те, которые могут пройти через шаблон проглатывания, показанный на рисунке 3), а также оборудование с их использованием должны быть снабжены информацией о рисках при попадании внутрь организма человека.



Примечание — Этот шаблон определяет размеры компонента, который может быть проглочен, и приведен в ИСО 8124 1.

Рисунок 3 – Шаблон проглатывания

В инструкциях с информацией по безопасности, упакованных с малогабаритными аккумуляторами и батареями или оборудованием, в котором их используют, должны быть следующие предупреждающие надписи:

- следует держать малогабаритные аккумуляторы и батареи, которые могут быть проглочены, в недоступном для детей месте;
- проглатывание может привести к ожогам, перфорации мягких тканей и смерти. Тяжелые ожоги могут возникнуть в течение 2 ч после попадания аккумулятора или батареи внутрь организма человека;
- при проглатывании следует незамедлительно обратиться за медицинской помощью.

9 Маркировка

9.1 Маркировка аккумуляторов

Аккумуляторы, за исключением дисковых, должны иметь маркировку согласно МЭК 61960. Дисковые аккумуляторы, внешняя площадь поверхности которых слишком мала для размещения на них всех данных, должны иметь маркировку с обозначением и полярностью.

По согласованию между изготовителем аккумуляторов и изготовителем батарей и/или конечного изделия можно не наносить маркировку на аккумуляторы, предназначенные для изготовления батарей. Тем не менее маркировка аккумулятора может быть указана на батарее, в инструкции и/или спецификации.

Соответствие маркировка проверяют визуальным осмотром.

9.2 Маркировка батарей

Батареи, за исключением дисковых, должны иметь маркировку согласно МЭК 61960. Дисковые батареи, внешняя площадь поверхности которых слишком мала для размещения на них всех данных, должны иметь маркировку с обозначением и полярностью. Батареи также должны иметь соответствующие предупредительные надписи.

Выводы должны иметь четкое обозначение полярности на внешней поверхности батареи.

Исключение составляют батареи с внешними разъемами (имеющими ключи), предназначенными для подключения к конкретным конечным изделиям, которые не требуют маркировки полярности, если конструкция разъема предотвращает возможность подключения с нарушением полярности.

Соответствие проверяют внешним осмотром.

9.3 Предупреждение по попаданию внутрь малогабаритных аккумуляторов и батарей

Дисковые аккумуляторы и батареи, которые относятся к малогабаритным по 8.2, должны содержать предостережение относительно опасностей при проглатывании в соответствии с 8.2.

Если небольшие аккумуляторы и батареи предназначены для прямой продажи в потребительских сменных приложениях, на их наименьшей упаковке должно содержаться предупреждение о возможности проглатывания.

Соответствие проверяют визуальным осмотром.

9.4 Дополнительная информация

Следующая информация должна быть нанесена на поверхность батареи или быть предоставлена с батареей:

- инструкции по хранению и утилизации;
- инструкции по рекомендуемым режимам заряда.

Соответствие подтверждают внешним осмотром маркировки и проверкой документации изготовителя.

10 Упаковка

Упаковка для дисковых аккумуляторов не должна быть настолько маленькой, чтобы она соответствовала шаблону проглатывания, приведенному на рисунке 3.

См. приложение Е для информации относительно упаковки и транспортирования.

Приложение А
(обязательное)

Безопасные зоны заряда и разряда литий-ионных аккумуляторов

А.1 Общие положения

Настоящее приложение дополняет основную часть стандарта и другие приложения. Оно является неотъемлемой частью настоящего стандарта.

А.2 Безопасность литий-ионных аккумуляторных батарей

Для обеспечения безопасного использования литий-ионных аккумуляторных батарей изготовители, которые их проектируют и производят, должны строго соблюдать требования, указанные в настоящем стандарте. В случае другого значения верхнего напряжения заряда (например, для систем, указанных в таблице А.1) возможно целесообразнее будет изменить верхнее предельное напряжение заряда и верхние предельные температуры заряда, чтобы соответствовать критериям испытаний.

А.3 Рассмотрение напряжения заряда

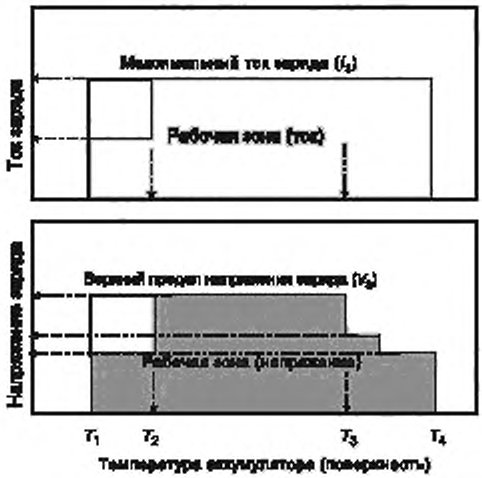
А.3.1 Общие положения

Напряжение заряда следует прикладывать к аккумуляторам, чтобы способствовать прохождению химической реакции во время заряда. Однако если напряжение заряда слишком велико, химическая реакция происходит в большем объеме либо происходят побочные реакции и батарея становится термически нестабильной (это может привести к перегреву и может произойти тепловой разгон). Следовательно очень важно, чтобы напряжение заряда никогда не превышало значение, указанное изготовителем батареи. С другой стороны, изготовители аккумуляторов должны проверить безопасность аккумуляторов, которые заряжаются при указанном напряжении заряда.

А.3.2 Верхнее предельное напряжение заряда

А.3.2.1 Общие положения

Широко применяются литий-ионные аккумуляторные батареи, в которых в качестве положительного активного материала использован литированный оксид кобальта, а в качестве отрицательного материала — углерод. В такой батарее верхний предел напряжения заряда в соответствии с таблицей А.1 устанавливают на основе данных изготовителя аккумулятора на примерном значении 4,25 В, что является допустимым верхним пределом напряжения заряда для литий-ионного аккумулятора с точки зрения безопасности. На рисунке А.1 показана базовая рабочая зона для заряда.



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

Рисунок А.1 — Представление рабочей зоны литий-ионных аккумуляторов для заряда

А.3.2.2 Пояснение с точки зрения безопасности

Когда литий-ионная батарея заряжается при более высоком напряжении, чем верхнее предельное напряжение заряда, из активного материала положительного электрода выходит избыточное количество ионов лития, и его кристаллическая структура имеет тенденцию к разрушению. В результате облегчаются процессы выделения кислорода и высаживания лития в виде металла на поверхности углерода, который используется в качестве отрицательного материала.

В этих условиях, если происходит внутреннее короткое замыкание, облегчается процесс теплового разгона по сравнению с ситуацией, когда рассматриваемую батарею заряжают в установленных условиях.

Следовательно, литий-ионную аккумуляторную батарею никогда не следует заряжать при более высоком напряжении, чем рекомендуемое верхнее предельное напряжение заряда. Также должно быть предусмотрено подходящее защитное устройство, чтобы исключить возможный отказ функции контроля зарядного устройства.

Для переменного тока с частотой более 50 кГц, при котором предполагается пульсация, приведенные выше утверждения неприменимы, поскольку ион лития в батарее не реагирует на него.

Таблица А.1 — Примеры параметров рабочей зоны при заряде

Тип аккумулятора	Положительный электрод	Электролит	Отрицательный электрод	Верхний предел напряжения заряда	Рекомендуемый температурный диапазон (T_2—T_3)
Литий-ионный	Литированный оксид переходного металла (никель, кобальт, марганец)	Неводный раствор соли лития	Углерод	Устанавливается изготовителем аккумуляторов (например, 4,25 В/аккумулятор)	Устанавливается изготовителем аккумуляторов (например, 10 °С — 45 °С)
			Соединения на основе олова	Устанавливается изготовителем аккумуляторов (например, 4,25 В/аккумулятор)	Устанавливается изготовителем аккумуляторов
			Оксид титана	Устанавливается изготовителем аккумуляторов (например, 2,85 В/аккумулятор)	Устанавливается изготовителем аккумуляторов
	Литированный железофосфат		Углерод	Устанавливается изготовителем аккумуляторов (например, 3,80 В/аккумулятор)	Устанавливается изготовителем аккумуляторов
Литий-ионный полимерный	Литированный оксид переходного металла (никель, кобальт, марганец)	Полимерный гель с солью лития	Углерод	Устанавливается изготовителем аккумуляторов (например, 4,25 В/аккумулятор)	Устанавливается изготовителем аккумуляторов (например, 10 °С — 45 °С)

А.3.2.3 Требования безопасности, когда применяют другой верхний предел напряжения заряда

Иногда необходимо, чтобы для литий-ионного аккумулятора были использованы верхние пределы напряжения заряда, отличающиеся от значений, указанных в таблице А.1.

Примерами являются следующие ситуации:

- используется положительный активный материал, отличный от литированного оксида кобальта;
- отношение емкости положительного и отрицательного электродов изменено с проектной точки зрения.

Если для литий-ионных аккумуляторов должен быть применен верхний предел напряжения заряда, отличный от значений, указанных в таблице А.1, испытания, которые приведены в 7.2—7.3, проводят с использованием аккумуляторов, которые заряжают с другим верхним пределом напряжения заряда. Кроме того, для того чтобы указанное другое напряжение можно было использовать в качестве нового верхнего предела напряжения заряда, должны быть сохранены соответствующие документы, объясняющие причины такого изменения.

Примерами документов, объясняющими причины изменения верхнего предела напряжения заряда, являются:

a) протоколы с результатами испытаний, которые подтверждают, что стабильность кристаллической структуры активного материала положительного электрода, когда аккумулятор заряжают при значениях напряжения выше значений, указанные в таблице А.1, эквивалентна или выше, чем при заряде аккумулятора при установленном значении;

b) протоколы с результатами испытаний, которые подтверждают, что прием лития в активный материал отрицательного электрода, когда аккумулятор заряжают при значениях напряжения выше, чем значения, указанные в таблице А.1, эквивалентен или выше, чем при заряде аккумулятора при установленном значении;

c) протоколы с результатами испытаний, которые подтверждают, что аккумуляторы, заряженные при новом верхнем предельном напряжении заряда (выше, чем значения, указанные в таблице А.1), испытаны с использованием методов испытаний при верхнем пределе диапазона высоких температур и удовлетворяют необходимым требованиям;

d) протоколы с результатами испытаний, которые подтверждают, что аккумуляторы, заряженные при более высоком верхнем предельном напряжении заряда, чем значения, указанные в таблице А.1, испытаны с использованием методов испытаний при верхнем пределе диапазона высоких температур и удовлетворяют необходимым требованиям.

А.4 Рассмотрение температуры и тока заряда

А.4.1 Общие положения

Заряд вызывает химическую реакцию и зависит от температуры. Объем побочных реакций или состояние продуктов заряда зависит от температуры, даже если используется такое же верхнее предельное напряжение заряда и ток заряда.

Следовательно, необходимо, чтобы один или оба верхних предела напряжения заряда и максимального тока заряда были уменьшены как в диапазоне низких, так и высоких температур. Эти условия с точки зрения безопасности считают более опасными, чем стандартный температурный диапазон.

На рисунке А.1 приведена базовая рабочая зона, в которой можно безопасно заряжать обычные литий-ионные батареи.

А.4.2 Рекомендуемый диапазон температур

А.4.2.1 Общие положения

В пределах стандартного диапазона температур аккумуляторы могут заряжаться как при верхнем пределе напряжения заряда, так и при максимальном токе заряда, которые установлены с точки зрения безопасности.

Верхний и нижний пределы температуры при испытаниях устанавливают как максимальные верхний и нижний пределы стандартной температуры соответственно. Например, рекомендуемый диапазон температур некоторых литий-ионных батарей, в которых в качестве положительного активного материала используют литированный оксид кобальта и углерод в качестве отрицательного материала, определяется как от 10 °С до 45 °С.

А.4.2.2 Рассмотрение соображений безопасности при применении другого рекомендуемого диапазона температур

Для некоторых аккумуляторов применяют другой рекомендуемый диапазон температур, отличный от 10 °С—45 °С, из-за отличия термической стабильности электролита и других факторов. Когда применяют новый рекомендуемый температурный диапазон, испытания, приведенные в 7.2—7.3, следует проводить с использованием аккумуляторов, которые заряжают при различной температуре при испытании. Кроме того, для того чтобы можно было использовать другую температуру, должны быть сохранены соответствующие документы, объясняющие причины такого изменения.

Примерами документов, объясняющими причины изменения температуры испытания, являются:

a) протоколы с результатами испытаний, которые подтверждают, что стабильность кристаллической структуры активного материала положительного электрода, когда аккумулятор заряжается на новом верхнем пределе температуры при испытании выше 45 °С (максимальный предел стандартного температурного диапазона для типичных литий-ионных аккумуляторов), эквивалентна или выше, чем при заряде аккумулятора при 45 °С;

b) протоколы с результатами испытаний, которые подтверждают, что аккумуляторы, заряженные на новом верхнем пределе температуры при испытании [выше (45 + 5) °С] и с использованием верхнего предельного напряжения заряда, испытаны с использованием методов испытаний, установленных в 7.2—7.3;

c) протоколы с результатами испытаний, которые подтверждают, что прием лития в отрицательный активный материал, когда аккумулятор заряжается на новом нижнем пределе температуры при испытании (ниже 10 °С), эквивалентен или выше, чем при заряде аккумулятора при 10 °С;

d) протоколы с результатами испытаний, которые подтверждают, что аккумуляторы, заряженные при температуре на 5 °С—10 °С ниже нового нижнего предела температуры при испытании с использованием верхнего предела напряжения заряда, испытаны с использованием методов испытаний, указанных в 7.2—7.3.

А.4.3 Диапазон высоких температур

А.4.3.1 Общие положения

В диапазоне высоких температур температура выше, чем в стандартном диапазоне температур. В пределах диапазона высоких температур заряд допустим при более низком напряжении, чем верхнее предельное напряжение заряда, которое указано для стандартного диапазона температур.

А.4.3.2 Пояснение с точки зрения безопасности

Когда литий-ионный аккумулятор заряжается при более высокой температуре в тех же условиях, что и для стандартного диапазона температур, из активного материала положительного электрода выходит сравнительно большее количество лития. Так как увеличение количества вышедшего лития приводит к ухудшению стабильности кристаллической структуры, показатели безопасности батареи имеют тенденцию к снижению.

Кроме того, разница температур между диапазоном высоких температур и тем, при котором происходит тепловой разгон, относительно невелика. Следовательно, в случае аварии, такой как внутреннее короткое замыкание, батарее легче достичь температуры начала теплового разгона.

В результате в диапазоне высоких температур условия заряда указывают по-разному:

- если температура поверхности литий-ионного аккумулятора выше верхнего предела температуры при испытаний, применяют другое условие заряда, специально указанное для диапазона высоких температур;

- если температура поверхности литий-ионного аккумулятора выше верхнего предела диапазона высоких температур, указанную батарею не допускается заряжать любым током заряда.

А.4.3.3 Рекомендации по безопасности при определении условий заряда в диапазоне высоких температур

Условия заряда в диапазоне высоких температур иногда устанавливают на основании термической стабильности электролита и других факторов. Если необходимо установить условия заряда в диапазоне высоких температур, испытуемые аккумуляторы должны быть заряжены в этих же условиях и проверены с использованием методов испытаний, приведенных в 7.2—7.3.

А.4.3.4 Рекомендации по безопасности при указании нового верхнего предела в диапазоне высоких температур

В некоторых случаях из-за разницы термической стабильности активного материала положительного электрода и других факторов применяют верхний предел в диапазоне высоких температур, отличающийся от приведенного на рисунке А.1. Для принятия нового верхнего предела в диапазоне высоких температур должны быть проведены испытания, приведенные в 7.2—7.3. Кроме того, для того чтобы можно было использовать отличающиеся диапазоны высоких температур, должны быть сохранены соответствующие документы, объясняющие причины такого изменения.

Примерами документов, объясняющих причины изменения диапазона высоких температур, являются:

a) протоколы с результатами испытаний, которые подтверждают, что стабильность кристаллической структуры активных материалов положительного электрода, когда аккумулятор заряжается на новой верхней границе диапазона высоких температур, эквивалентна или выше, чем при заряде аккумулятора на максимальном пределе текущего диапазона высоких температур;

b) протоколы с результатами испытаний, которые подтверждают, что аккумуляторы, заряженные при температуре, на 5 °С превышающей новый верхний предел диапазона высоких температур, испытаны с использованием методов, указанных в 7.2—7.3, и соответствуют требованиям.

А.4.4 Диапазон низких температур

А.4.4.1 Общие положения

В диапазоне низких температур температура ниже, чем в стандартном диапазоне температур. В диапазоне низких температур заряд аккумулятора допустим путем изменения одного или обоих верхних пределов напряжения заряда и максимального тока заряда, которые приведены для стандартного диапазона температур.

А.4.4.2 Пояснение с точки зрения безопасности

Когда литий-ионная батарея заряжается в диапазоне низких температур, скорость переноса массы уменьшается и скорость ввода ионов лития в активный материал отрицательного электрода становится низкой. Следовательно, металлический литий легко осаждается на поверхности отрицательного электрода. В этом случае аккумулятор становится термически нестабильным, может перегреться, что в свою очередь может привести к тепловому разгону.

Кроме того, в диапазоне низких температур прием ионов лития сильно зависит от температуры. Следовательно, в литий-ионной батарее, состоящей из нескольких последовательно соединенных аккумуляторов, прием ионов лития этими аккумуляторами может быть различным из-за разницы температур. В этом случае достаточная безопасность не может быть обеспечена.

Поэтому в диапазоне низких температур условия заряда определяют по-разному:

- если температура поверхности литий-ионных аккумуляторов ниже нижнего предела температуры при испытании, применяют различные условия заряда, которые специально указаны для диапазона низких температур;

- если температура поверхности литий-ионных аккумуляторов ниже нижнего предела диапазона низких температур, батарею недопустимо заряжать любым током заряда.

А.4.4.3 Указания по безопасности при определении условий заряда в диапазоне низких температур

Условия заряда в диапазоне низких температур иногда устанавливают на основе расчетных факторов, таких как прием лития в активный материал отрицательного электрода. Если необходимо установить условия заряда в диапазоне низких температур, испытуемые аккумулятора должны быть заряжены в этих же условиях, проверены с использованием методов испытаний, указанных в 7.2—7.3, и соответствовать требованиям.

А.4.4.4 Рекомендации по безопасности при определении нового нижнего предела в диапазоне низких температур

В некоторых случаях применяют другой нижний предел в диапазоне низких температур, отличный от приведенного на рисунке А.1. Это может быть связано с различием приема лития в активный материал отрицательного электрода и другими факторами. Если должен быть установлен новый нижний предел в диапазоне низких температур, должны быть проведены испытания, приведенные в 7.2—7.3, и показано соответствие требованиям. Должны быть также сохранены соответствующие документы, объясняющие причины изменения диапазона низких температур.

Примеры документов, объясняющих причины изменения диапазона низких температур, следующие:

a) протоколы с результатами испытаний, которые подтверждают, что прием лития в активный материал отрицательного электрода, когда аккумулятор заряжается на новой нижней границе диапазона низких температур, эквивалентен или выше, чем в случае, когда аккумулятор заряжается в самом нижнем пределе существующего диапазона низких температур;

b) протоколы с результатами испытаний, которые подтверждают, что аккумуляторы, заряженные при температуре на 5 °С ниже нового нижнего предела диапазона низких температур, при испытании с использованием методов, указанных в 7.2—7.3, соответствуют требованиям.

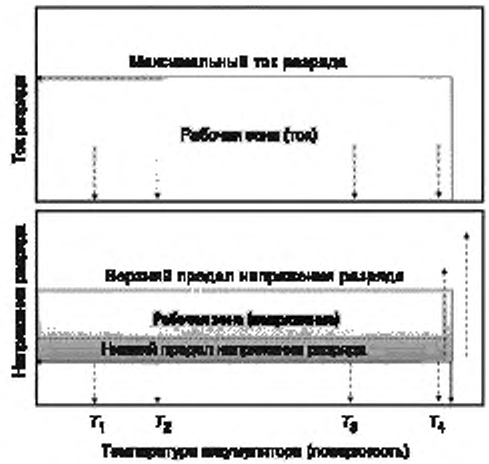
А.4.5 Область применения тока заряда

Ток заряда, как указано выше, не применяют к переменному току с частотой более 50 кГц, что предполагает пульсацию и другие эффекты, так как литий-ионные батареи не реагируют на такие эффекты (импульсные токи с частотой более 50 кГц приемлемы).

А.4.6 Рассмотрение разряда

А.4.6.1 Общие положения

На рисунке А.2 приведена базовая рабочая зона для разряда литий-ионного аккумулятора.



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

Рисунок А.2 — Примеры параметров рабочей зоны при разряде

А.4.6.2 Напряжение конца разряда и пояснение с точки зрения безопасности

Аккумулятор нельзя разряжать за пределы конечного напряжения разряда, установленного изготовителем. Если аккумулятор разряжается за пределы конечного напряжения, металл коллектора отрицательного электрода может растворяться и локально высаживаться во время заряда. Это осаждение может расти к положительному электроду и вызвать внутреннее короткое замыкание или течь электролита.

Если напряжение батареи становится ниже заданного напряжения конца разряда, следует избегать продолжения разряда аккумулятора.

А.4.6.3 Ток разряда и диапазон температур

Во время разряда максимальная температура разряда не должна быть превышена. Если перед разрядом температура превышает максимальную температуру разряда, разряд не должен запускаться. Во время разряда максимальный ток разряда не должен превышать максимальное значение.

А.4.6.4 Область применения тока разряда

Ток разряда, как указано выше, не применяют к компонентам переменного тока (пульсации и т. д.) на частоте 50 кГц или выше, когда ионы лития не реагируют внутри аккумулятора.

А.5 Подготовка образцов

А.5.1 Общие положения

Для предоставления более подробной информации относительно подготовки образца к испытанию по 7.3.9 необходимы следующие дополнительные данные.

А.5.2 Процедура вставки никелевой частицы для генерации внутреннего короткого замыкания

Процедуру вставки выполняют при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С, при этом точка росы должна быть ниже минус 25 °С.

А.5.3 Разборка заряженного аккумулятора

Спиральную скрутку электродов (собранный электрод/сепаратор, рулон и катушку) извлекают из заряженного аккумулятора (см. рисунки А.6 и А.9).

А.5.4 Форма никелевой частицы

Форма никелевой частицы должна быть такой, как показано на рисунке А.3.

Размеры: высота — 0,2 мм; толщина — 0,1 мм; L-форма (угол — 90° ± 10°); длина — 1,0 мм для каждой стороны с допуском 5 %. Материал — более 99 % (массовая доля) чистого никеля.

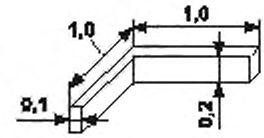


Рисунок А.3 — Форма никелевой частицы

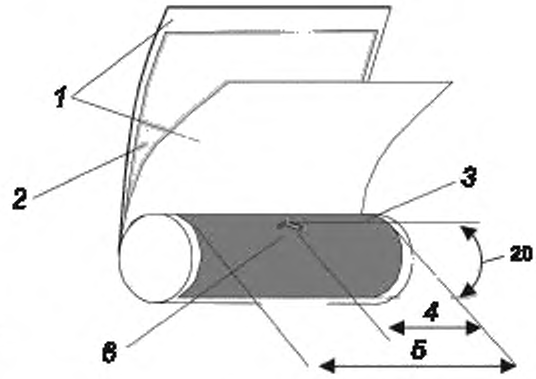
А.5.5 Вставка никелевой частицы в цилиндрический аккумулятор

А.5.5.1 Вставка никелевой частицы в спиральную скрутку электродов

a) Вставка никелевой частицы между положительной и отрицательной областями покрытия активными материалами для цилиндрического аккумулятора (см. рисунок А.4):

1) если наружный поворот положительной подложки представляет собой алюминиевую фольгу, чтобы провести испытание на короткое замыкание между положительным и отрицательным активными материалами, следует отрезать фольгу по разделительной линии между алюминиевой фольгой и активным материалом;

2) затем следует вставить частицу никеля между положительным активным материалом и сепаратором. Позиционирование никелевой частицы должно быть таким, как показано на рисунке А.4. Положение вставки никелевой частицы должно составлять 20 мм от края разрезанной алюминиевой фольги. Направление L-образного угла — по направлению намотки.



1 – сепаратор, *2* — поверхность, покрытая отрицательным активным материалом; *3* – поверхность, покрытая положительным активным материалом, *4* – 1/2 ширины; *5* — ширина; *6* – никелевая частица

Рисунок А.4 — Положение введения никелевой частицы между областями, покрытыми положительным и отрицательным активными материалами для цилиндрического аккумулятора

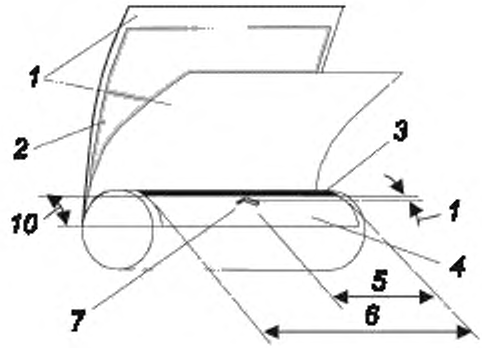
b) Вставка никелевой частицы между положительной алюминиевой фольгой (площадь без покрытия) и площадью покрытия отрицательным активным материалом для цилиндрического аккумулятора.

Если алюминиевая фольга положительного электрода открыта на внешнем повороте и алюминиевая фольга обращена к отрицательному активному материалу с покрытием, должна быть проведена следующая процедура:

1) если алюминиевая фольга положительного электрода открыта на внешнем повороте, следует отрезать алюминиевую фольгу на расстоянии 10 мм от разделительной линии между алюминиевой фольгой и активным материалом;

2) затем следует вставить никелевую частицу между алюминиевой фольгой и сепаратором. Позиционирование никелевой частицы должно быть таким, как показано на рисунке А.5.

Положение вставки никелевой частицы должно быть на расстоянии 1,0 мм от края покрытия положительного активного материала на алюминиевой фольге.



1 – сепаратор; *2* – поверхность, покрытая отрицательным активным материалом, *3* – поверхность, покрытая положительным активным материалом; *4* — алюминиевая фольга положительного электрода; *5* — 1/2 ширины; *6* – ширина; *7* – никелевая частица

Рисунок А.5 — Положение введения никелевой частицы между положительной алюминиевой фольгой и областью покрытия отрицательным активными материалами для цилиндрического аккумулятора

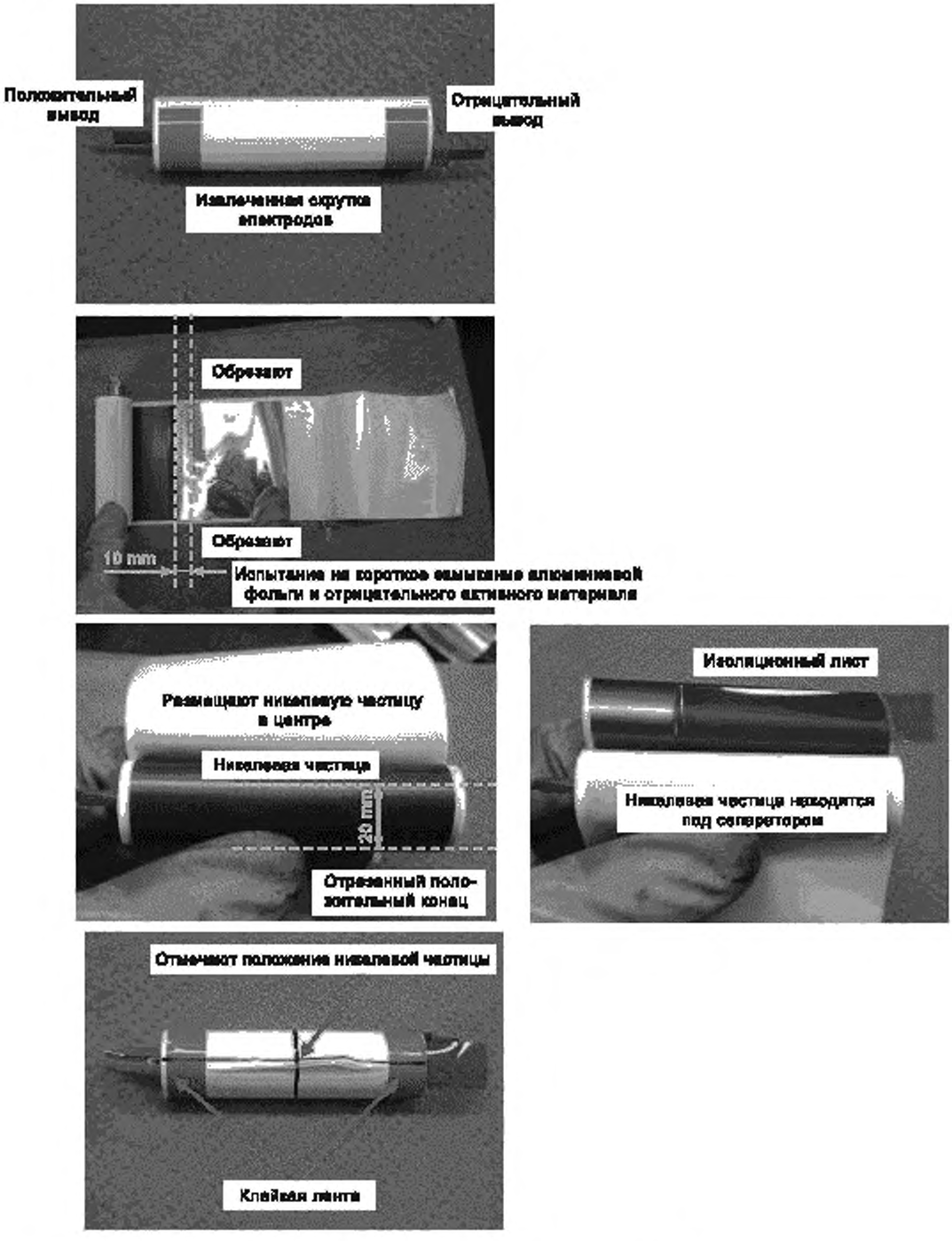


Рисунок А.6 — Разборка цилиндрического аккумулятора

A.5.5.2 Маркировка положения никелевой частицы на обоих концах сепаратора скрутки электродов

Процедура заключается в следующем:

a) размещают изолирующий лист между сепаратором, который обращен к никелевой частице, и отрицательным электродом, чтобы защитить от короткого замыкания;

b) вручную скручивают электроды и сепаратор, удерживая никелевую частицу на месте, и закрепляют полученную скрутку клейкой лентой;

c) отмечают положение никелевой частицы в скрутке электродов;

d) помещают скрутку электродов в полиэтиленовый пакет с герметизирующим замком и закрывают его. Помещают полиэтиленовый пакет в пакет из ламинированной алюминиевой пленки, чтобы предотвратить высыхание.

Примечание — Процедура должна быть завершена в течение 30 мин.

A.5.6 Вставка никелевой частицы в призматический аккумулятор

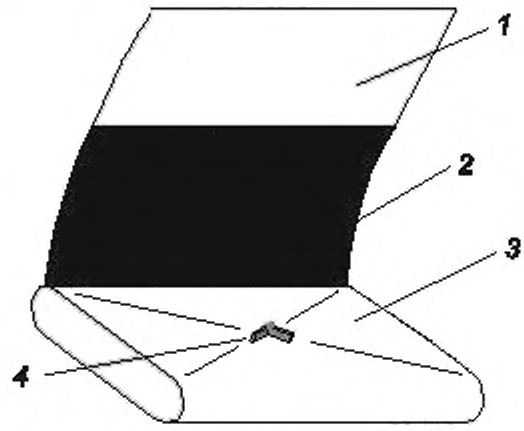
a) Перед установкой никелевой частицы следует вставить изолирующий лист между отрицательным электродом и сепаратором, который находится под никелевой частицей, как показано на рисунке A.9, для защиты от короткого замыкания.

b) Вставка никелевой частицы в скрутку электродов

1) Вставка никелевой частицы между положительной и отрицательной областями, покрытыми активными материалами, для призматического аккумулятора (см. рисунок A.9):

i) вставляют никелевую частицу между областью покрытия положительным активным материалом и сепаратором или между сепаратором и областью покрытия отрицательным активным материалом. В случае если корпус аккумулятора выполнен из алюминия, никелевую частицу вставляют между покрытием положительным активным материалом и сепаратором;

ii) вставляют никелевую частицу между положительным активным материалом и сепаратором. Позиционирование никелевой частицы должно быть таким, как показано на рисунке A.7. Никелевую частицу устанавливают в центре (по диагонали) скрутки электродов. Направление угла L-формы никелевой частицы — в направлении намотки;



1 — алюминиевая фольга положительного электрода; *2* — поверхность, покрытая положительным активным материалом; *3* — сепаратор; *4* — никелевая частица

Рисунок A.7 — Положение введения никелевой частицы между областями положительного и отрицательного покрытий активными материалами призматического аккумулятора

iii) вручную скручивают электроды и сепаратор, удерживая никелевую частицу на месте, и закрепляют полученную скрутку клейкой лентой;

iv) отмечают положение никелевой частицы в скрутке электродов;

v) помещают два слоя полиимидной ленты (ширина — 10 мм, толщина — 25 мкм) на отмеченное место;

vi) помещают скрутку электродов в полиэтиленовый пакет с герметизирующим замком и закрывают его. Помещают полиэтиленовый пакет в пакет из ламинированной алюминиевой пленки, чтобы предотвратить высыхание.

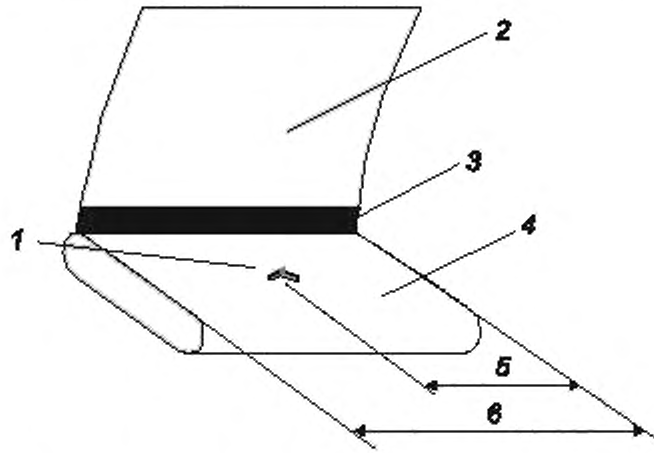
Примечание — Процедура должна быть завершена в течение 30 мин[1)].

[1)] Включены дополнительные перечисления b) iii) — vi) из перечисления 2) (A.5.6), пропущенные в тексте оригинала (пояснение разработчика).

2) Вставка никелевой частицы между положительной алюминиевой фольгой (без покрытия) и поверхностью с покрытием отрицательным активным материалом для призматического аккумулятора[1)]:

i) если алюминиевая фольга положительного электрода открыта на внешнем повороте и алюминиевая фольга обращена к покрытию отрицательным активным материалом, никелевую частицу следует размещать между алюминиевой фольгой и сепаратором;

ii) расположение никелевой частицы должно быть таким, как показано на рисунке А.8. Никелевую частицу устанавливают в центре плоской поверхности скрутки электродов. Направление угла L-формы никелевой частицы — в направлении намотки;



1 — никелевая частица; *2* — алюминиевая фольга положительного электрода; *3* — поверхность, покрытая положительным активным материалом, *4* — сепаратор. *5* — 1/2 ширины, *6* — ширина

Рисунок А.8 — Положение введения никелевой частицы между положительной алюминиевой фольгой и областью покрытия отрицательным активным материалом призматического аккумулятора

iii) вручную скручивают электроды и сепаратор, удерживая никелевую частицу на месте, и закрепляют полученную скрутку клейкой лентой;

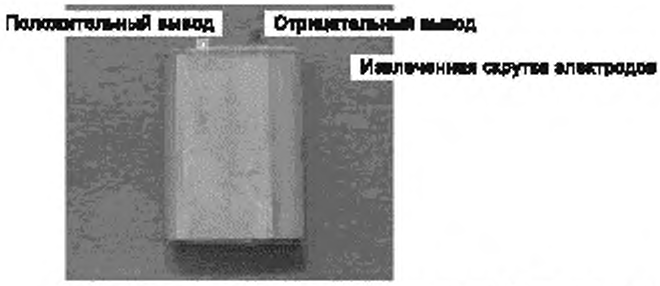
iv) отмечают положение никелевой частицы в скрутке электродов;

v) помещают два слоя полиимидной ленты (ширина — 10 мм, толщина — 25 мкм) на отмеченное место;

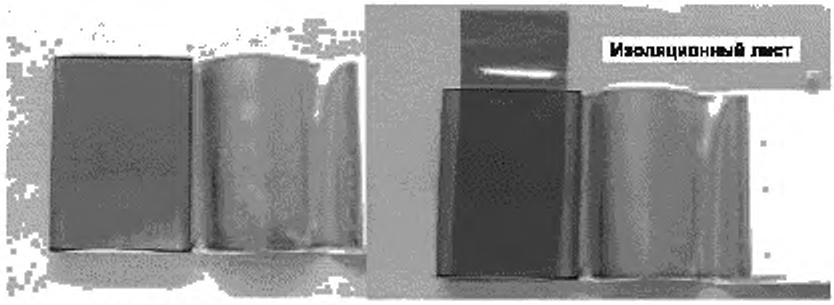
vi) помещают скрутку электродов в полиэтиленовый пакет с герметизирующим замком и закрывают его. Помещают полиэтиленовый пакет в пакет из ламинированной алюминиевой пленки, чтобы предотвратить высыхание.

Примечание — Процедура должна быть завершена в течение 30 мин.

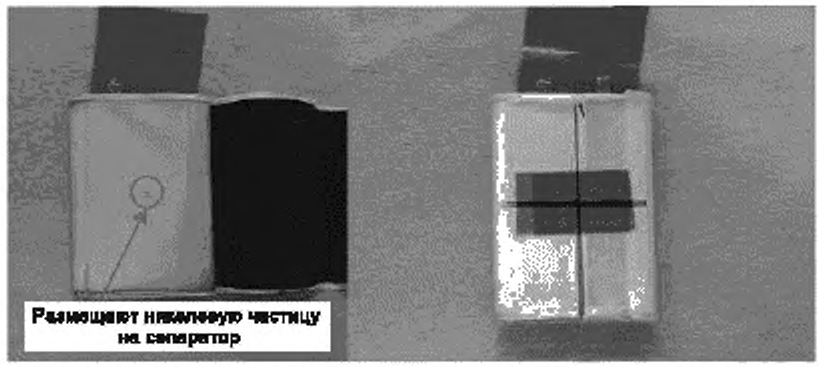
[1)] Исключена фраза из текста оригинала, полностью повторяющая последующее перечисление (пояснение разработчика).



Удаляют внешние слои и кладут изоляционный лист на отрицательную поверхность



После закрутки сепаратора обратно размещают никелевую частицу в центре скрутки электродов



Скручивают электроды и сепаратор и кладут два слоя полиимидной ленты над расположением никелевой частицы

Рисунок А. 9 — Разборка призматических аккумуляторов

А.6 Экспериментальная процедура испытания на принудительное внутреннее короткое замыкание

А.6.1 Материал и инструменты для приготовления никелевой частицы

Необходимые материалы и инструменты:

а) никель. Подготавливают из никелевой фольги [мягкий никель, ИСО 6208[1)], NW 2200 (Ni 99,0) или NW2201 (Ni 99,0-LC) толщиной (0,10 ± 0,01) мм] заготовки шириной $0{,}20^{+0{,}05}_{-0{,}03}$ [2)] и длиной (2,00 ± 0,30) мм путем нарезки или с использованием штамповочного пресса;

[1)] Отменен.

[2)] Имеющийся в оригинальном тексте размер 0,020 заменен 0,20, т. к. в других местах настоящего стандарта [А.5.4, А.6.2, перечисление b) и рисунок А.3] указано именно данное значение, что соответствует величине допуска, приведенного в А.6.1, перечисление а) (пояснение разработчика).

b) стереомикроскоп;

c) нож с выдвижным лезвием;

d) предметные стекла (2 предметных стекла: толщиной 1 мм или более толстые с квадратными углами);

e) миллиметровая бумага (квадрат 1 мм);

f) контейнер для хранения никелевых частиц.

А.6.2 Пример процедуры подготовки никелевой частицы

Должны быть предприняты следующие шаги:

a) помещают миллиметровую бумагу на предметный столик стереомикроскопа и фокусируют микроскоп на линиях миллиметровой бумаги;

b) смотря в микроскоп помещают никелевую заготовку параллельно линии миллиметровой бумаги. Заготовка должна быть размещена горизонтально, ее стороны, равные 0,20 мм, должны быть расположены перпендикулярно вниз, а стороны, равные 2,00 мм, — параллельно линии на миллиметровой бумаге;

c) помещают предметное стекло вертикально над левой половиной (1,0 мм) никелевой заготовки. В качестве ориентира, чтобы расположить край стекла, следует использовать линию миллиметровой бумаги;

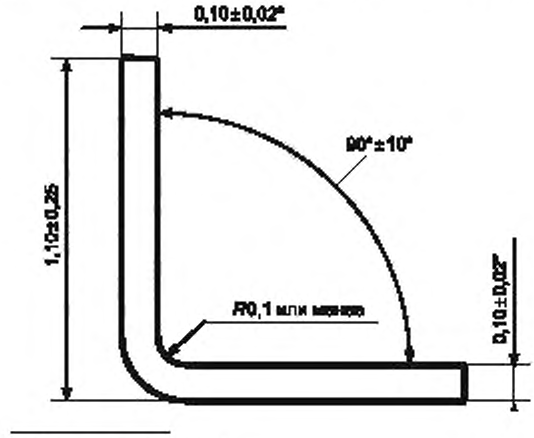
d) держа стеклянное предметное стекло пальцами, подцепляют и приподнимают правую половину (1,0 мм) никелевого элемента с помощью ножа;

e) помещают другое предметное стекло справа от никелевой заготовки, чтобы поднятая часть заготовки оказалась между предметными стеклами. Слегка надавливают правым предметным стеклом на приподнятую часть заготовки, чтобы никелевая заготовка была согнута под углом 90°;

f) готовые никелевые частицы помещают в контейнер для хранения, чтобы предотвратить их деформирование перед испытанием.

Примечание — Никелевые частицы требуемого вида также могут быть изготовлены с использованием штамповочной машины.

На рисунке А.10 показан никелевый материал после формирования никелевой частицы.



* Включая заусенцы.

Рисунок А.10 — Размеры готовой никелевой частицы

А.6.3 Позиционирование (или размещение) никелевой частицы

Ниже приведены некоторые рекомендации по размещению никелевой частицы.

a) Положение никелевой частицы может быть изменено, в случае если она не может быть помещена в положение, установленное в разделе А.5.

b) Для призматического аккумулятора никелевая частица может быть помещена в плоскую область. Однако она должна быть расположена в центре сжимаемой поверхности. Если никелевую частицу трудно разместить под самым внешним слоем, ее можно разместить под внутренним слоем, как показано на рисунке А.11.

c) Никелевую частицу не следует размещать в области, где положительный активный материал начинает отслаиваться от алюминиевой фольги. Если материал в требуемой области отслаивается, следует поместить никелевую частицу в другую область, где существует положительный активный материал и где место расположения может быть нажато центром приспособления для нажима.

d) Положение никелевой частицы может быть определено изготовителем аккумулятора и лабораторией, проводящей испытание.

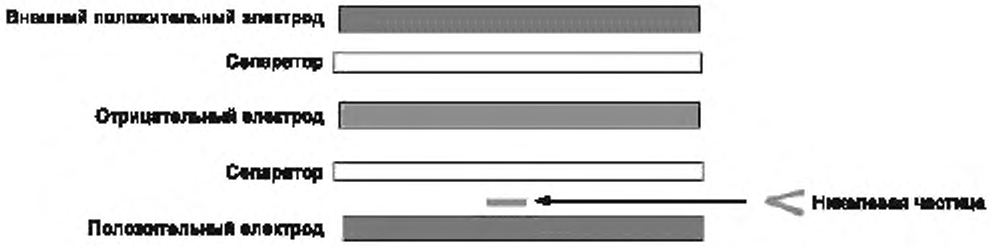


Рисунок А.11 — Расположение никелевой частицы, если она не может быть помещена в требуемую область

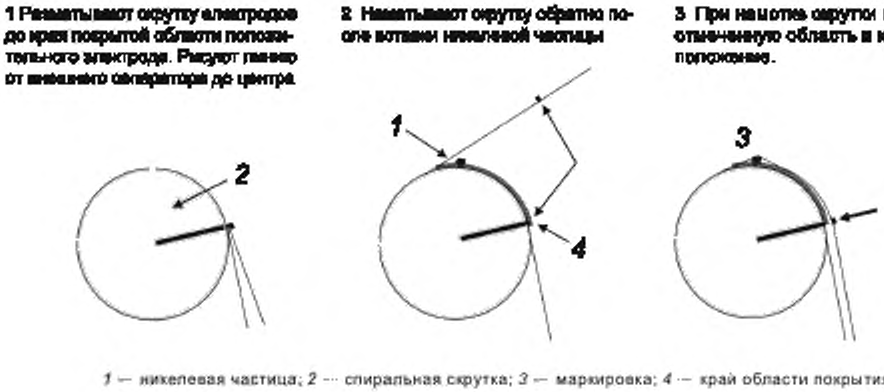
А.6.4 Предосторожности относительно повреждения сепаратора

Образец для оценки не должен быть использован, если сепаратор поврежден во время подготовки, например разорван[1)].

А.6.5 Предосторожность при намотке сепаратора и электродов

Во время намотки скрутки в исходное положение, подтягивая положительный электрод, отрицательный электрод и сепаратор, следует обратить внимание на то, чтобы не допустить ослабления скрутки.

На рисунке А.12 показан пример цилиндрического аккумулятора.



1 — никелевая частица; *2* — спиральная скрутка; *3* — маркировка; *4* — край области покрытия

Рисунок А.12 — Цилиндрический аккумулятор

А.6.6 Изолирующая пленка для предотвращения короткого замыкания

Во избежание короткого замыкания перед испытанием рекомендуется вставить изоляционную пленку толщиной 25 мкм или менее.

А.6.7 Предосторожность при разборке аккумулятора

Ниже приведены некоторые рекомендации по разборке аккумулятора.

a) Аккумуляторы следует разбирать в сухой камере открытого типа или в сухом помещении, где температура составляет (20 ± 5) °С, а температура точки росы ниже минус 25 °С.

b) Следует соблюдать осторожность, чтобы не замкнуть аккумулятор во время разборки, особенно в области герметизации. Например, можно применять инструменты, края которых выполнены из керамики или изолированы.

c) Существует много разных конструкций аккумуляторов, поэтому рекомендуется проверить с изготовителем наиболее подходящую конструкцию и часть, где наиболее легко может произойти короткое замыкание.

d) Аккумуляторы, закороченные при разборке, не следует использовать для следующего испытания.

А.6.8 Защитное оборудование для обеспечения безопасности

Должны быть использованы защитная одежда с длинными рукавами, защитные очки, маска и перчатки.

А.6.9 Действия при пожаре при разборке

Ниже приведены некоторые рекомендации по предотвращению пожара.

a) Чтобы предотвратить распространение огня, не следует размещать в рабочей зоне ненужные легковоспламеняющиеся материалы.

[1)] Удалена следующая фраза, полностью дублирующая данную (пояснение разработчика).

b) Необходимо принять контрмеры, чтобы предотвратить разбрасывание содержимого аккумуляторов в случае их возгорания. Например, в зоне работы должна быть предусмотрена огнезащитная ткань или песок, и газ должен быть эффективно израсходован.

А.6.10 Предосторожности для процесса разборки и прессования скрутки электродов

Ниже приведены некоторые рекомендации по обращению со скруткой электродов.

a) Одну скрутку электродов следует поместить в полиэтиленовый пакет с герметизирующим замком и затем в пакет из ламинированной алюминиевой пленки. Чтобы минимизировать испарение электролита, следует использовать пакеты минимально возможного размера. Например, следует использовать полиэтиленовый пакет размерами 100 × 140 × 0,04 мм (толщина) и пакет из ламинированного алюминия размерами 120 × 180 × 0,11 мм (толщина).

b) Время проведения работы, начиная от разборки аккумуляторов и до размещения их в алюминиевом ламинированном пакете, не должно превышать 30 мин.

c) Срок хранения в алюминиевом ламинированном пакете не должен превышать 12 ч:

1) скрутка электродов должна быть помещена на испытательную машину в течение 2 мин после ее извлечения из пакетов;

2) сдавливание следует начинать, когда температура скрутки электродов достигает температуры при испытании;

3) когда испытание проводят при высокой температуре, чтобы свести к минимуму испарение электролита, желательно начать сдавливание скрутки электродов в течение 3 мин после ее помещения на испытательную машину. Когда испытание проводят при низкой температуре, желательно начать испытание в течение 10 мин.

А.6.11 Рекомендуемые характеристики для нажимного устройства

Ползун пресса с сервоприводом перемещается линейно, однако в гидравлическом прессе линейности перемещения нет. Когда происходит внутреннее короткое замыкание, нажимное устройство должно остановиться немедленно по обнаружению падения напряжения в аккумуляторе. Пресс с сервоприводом может немедленно остановиться; однако гидравлический пресс не может. Поэтому для нажимного устройства рекомендуется пресс с сервоприводом.

Рекомендуемые характеристики пресса с сервоприводом приведены в таблице А.2.

Таблица А.2 — Рекомендуемые характеристики нажимного устройства

Характеристика	Техническая характеристика изделия[1)]	Рекомендация
Метод нажима	—	Сервомоторный пресс
Скорость пресса	0,1 мм/с	(0,1 ± 0,01) мм/с
Стабильность положения после нажима	—	± 0,02 мм
Максимальное усилие	Цилиндрический: 800 Н макс.	1000 Н или более (рекомендуемое усилие пресса для достижения требований в левой колонке)
	Призматический: 400 Н макс.	
Метод измерения давления	—	Непосредственно измеряют с использованием тензодатчика
Период измерения давления	—	5 мс или менее
Время останова нажима после того, как обнаружено изменение напряжения 50 мВ	—	100 мс или менее

[1)] Из текста оригинала исключена ссылка на МЭК 62133:2012, т. к. настоящий стандарт вводится взамен него (пояснение разработчика).

На рисунке А.13 показаны временные зависимости расстояния от начальной точки нажимного устройства.

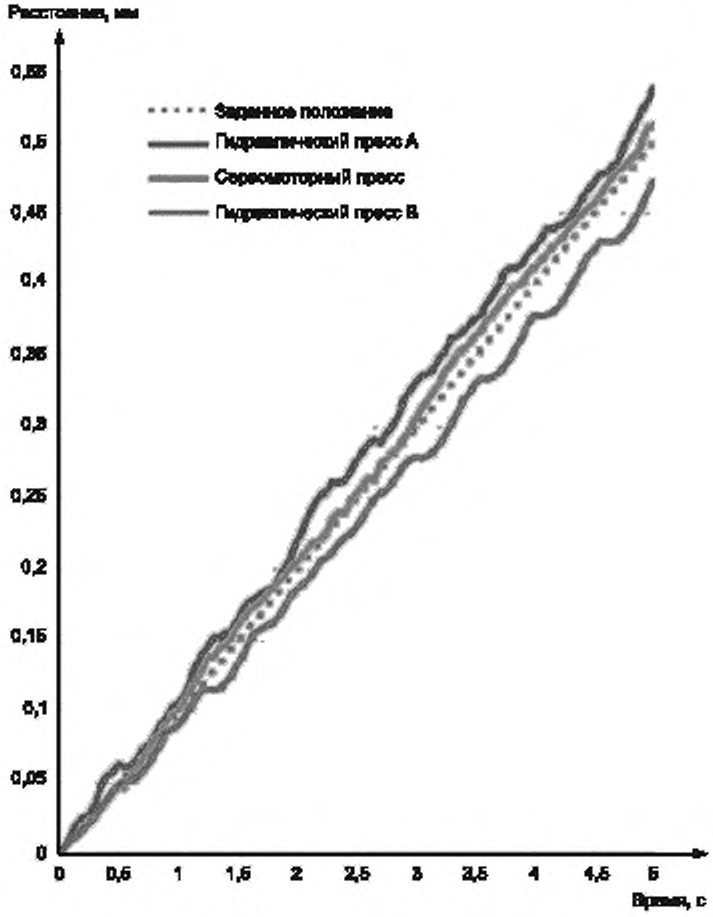


Рисунок А.13 — Отношение расстояние — время нескольких типов прессов

Приложение В
(справочное)

Рекомендации для изготовителей оборудования и батарей

Ниже приведен перечень типовых формулировок важных рекомендаций для предоставления изготовителями аккумуляторов и батарей изготовителям оборудования и батарейных сборок. Перечень не является исчерпывающим:

a) запрещается разбирать, открывать или вскрывать аккумуляторы. Батареи должен демонтировать только обученный персонал. Корпуса многоэлементных батарей должны быть сконструированы таким образом, чтобы их можно было открыть только с использованием инструмента;

b) отсек должен быть спроектирован таким образом, чтобы предотвратить легкий доступ к батареям маленьким детям;

c) не следует допускать короткого замыкания аккумуляторов и батарей. Не следует хранить аккумуляторы и батареи беспорядочно в коробке или ящике, где они могут замкнуться накоротко друг на друга или через токопроводящие материалы;

d) не следует извлекать аккумуляторы и батареи из упаковки до начала использования;

e) не следует подвергать батареи нагреву и воздействию огня. Следует избегать их хранения под прямыми солнечными лучами;

f) не следует подвергать аккумуляторы и батареи механическим ударам;

g) в случае течи аккумулятора не следует допускать попадания электролита на кожу и в глаза. В случае попадания следует промыть поврежденное место достаточным количеством воды и обратиться к врачу;

h) оборудование должно иметь такую конструкцию, чтобы препятствовать неправильной установке аккумуляторов или батарей, и должно иметь четкую маркировку полярности. Всегда следует обращать внимание на маркировку полярности аккумуляторов, батарей и оборудования, а также удостоверяться в правильности использования;

i) не следует собирать батареи из аккумуляторов, имеющих различные емкости, размеры, типы или изготовленных разными изготовителями;

j) следует немедленно обратиться к врачу, если по неосторожности проглотили аккумулятор или батарею;

k) следует проконсультироваться у изготовителя аккумуляторов/батарей о максимальном числе аккумуляторов, которые могут быть использованы для сборки батарей, и необходимо следовать его указаниям по безопасным способам соединения аккумуляторов;

l) для каждого оборудования должно быть свое зарядное устройство. Все аккумуляторы и батареи, предназначенные для продажи, должны иметь полные инструкции по их заряду;

m) следует держать аккумуляторы и батареи в чистом и сухом состоянии;

n) следует протирать выводы аккумуляторов и батарей, если они загрязнились, чистой сухой ветошью;

o) перед использованием аккумуляторы и батареи необходимо зарядить. Всегда необходимо следовать инструкции изготовителя и использовать правильный режим заряда;

p) не следует держать неиспользуемые аккумуляторы и батареи в состоянии заряда;

q) после длительного хранения могут потребоваться заряд и разряд аккумуляторов или батарей несколько раз, чтобы достичь максимальных характеристик;

r) следует сохранять справочную литературу по аккумуляторам и батареям для последующего ее использования;

s) использованные аккумуляторы и батареи различных электрохимических систем следует хранить отдельно друг от друга.

Приложение С
(справочное)

Рекомендации для конечных пользователей аккумуляторов и батарей

Ниже приведен перечень типовых формулировок важных рекомендаций для предоставления изготовителями оборудования конечным пользователям. Перечень не является исчерпывающим:

a) запрещается разбирать, открывать или вскрывать аккумуляторы;

b) следует хранить батареи в недоступном для детей месте.

Использование аккумуляторов и батарей детьми должно быть под наблюдением. Батареи, которые считают маленькими, следует хранить особым образом в недоступном для детей месте;

c) следует немедленно обратиться к врачу, если по неосторожности проглотили аккумулятор или батарею;

d) нельзя подвергать батареи нагреву и воздействию огня. Следует избегать воздействия прямых солнечных лучей;

e) не следует допускать короткого замыкания аккумуляторов и батарей. Не следует хранить аккумуляторы и батареи беспорядочно в коробке или ящике, где они могут замкнуться накоротко друг на друга или другие металлические предметы;

f) не следует извлекать аккумуляторы и батареи из упаковки до начала использования;

g) не следует подвергать аккумуляторы и батареи механическим ударам;

h) в случае течи аккумулятора не следует допускать попадания электролита на кожу и в глаза. В случае попадания следует промыть поврежденное место достаточным количеством воды и обратиться к врачу;

i) не следует использовать зарядные устройства, отличные от предусмотренных в данном оборудовании;

j) следует обращать внимание на маркировку полярности плюс (+) и минус (–) на аккумуляторе, батарее и оборудовании, чтобы обеспечить правильное использование;

k) не следует использовать аккумуляторы или батареи, отличные от предназначенных для работы с данным оборудованием;

l) не следует применять в одном устройстве аккумуляторы, имеющие разные емкости, размеры, типы или изготовленные разными изготовителями;

m) всегда следует применять соответствующие данному оборудованию аккумуляторы и батареи;

n) следует держать аккумуляторы и батареи в чистом и сухом состоянии;

o) необходимо протирать выводы аккумуляторов и батарей, если они загрязнились, чистой сухой ветошью;

p) перед использованием аккумуляторы и батареи необходимо зарядить. Следует всегда использовать рекомендованное зарядное устройство и следовать инструкциями изготовителя аккумуляторов и батарей или руководству по эксплуатации оборудования, в котором изложены инструкции по заряду;

q) не следует держать неиспользуемые аккумуляторы и батареи в состоянии заряда;

r) после длительного хранения может потребоваться заряд и разряд аккумуляторов или батарей несколько раз, чтобы достичь максимальных характеристик;

s) следует сохранять справочную литературу по аккумуляторам и батареям для последующего ее использования;

t) используйте аккумуляторы и батареи только в тех целях, для которых они предназначены;

u) если есть возможность, изымайте батареи из устройств, когда не используете их;

v) утилизируйте аккумуляторы и батареи после их использования.

Приложение D
(обязательное)

Измерение внутреннего сопротивления на переменном токе для дисковых аккумуляторов

D.1 Общие положения

В настоящем приложении представлен метод измерения внутреннего сопротивления дискового аккумулятора, чтобы определить, требуется ли испытание в соответствии с таблицей 1.

D.2 Метод испытаний

a) Требование

Необходимо измерить внутреннее сопротивление дискового аккумулятора для определения того, является ли внутреннее сопротивление аккумулятора не более 3 Ом и требуются ли испытания, установленные в таблице 1.

См. раздел 6.

b) Испытание

Для этого испытания требуется размер выборки из трех дисковых аккумуляторов.

Этап 1. Аккумуляторы должны быть заряжены при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С с использованием метода, заявленного изготовителем.

Этап 2. Аккумуляторы должны быть выдержаны при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С в течение не менее 1 ч и не более 4 ч.

Этап 3. Измерение внутреннего сопротивления на переменном токе следует выполнять, как указано ниже.

Аккумулятор подвергают воздействию переменного тока I_a с частотой (1,0 ± 0,1) кГц в течение 1—5 с, при этом измеряют переменное напряжение U_a.

Внутреннее сопротивление на переменном токе R_{ac} определяют по формуле

$$R_{ac} = \frac{U_a}{I_a}, \qquad (D.1)$$

где U_a — переменное напряжение;

I_a — переменный ток.

Примечания

1 Переменный ток выбирают таким образом, чтобы пиковое напряжение оставалось ниже 20 мВ.

2 С использованием этого метода будет измерен импеданс, который в диапазоне указанной частоты приблизительно равен сопротивлению.

3 Подключения к выводам аккумулятора должны быть выполнены таким образом, чтобы контакты измерения напряжения были отделены от контактов, используемых для передачи тока.

c) Критерии соответствия

Дисковые аккумуляторы с внутренним сопротивлением не более 3 Ом подвергают испытанию в соответствии с разделом 6 и таблицей 1. Для дисковых аккумуляторов с внутренним сопротивлением более 3 Ом дальнейшие испытания не требуются.

Приложение Е
(справочное)

Упаковка и транспортирование

Целью упаковки аккумуляторов и аккумуляторных батарей 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 литиевых аккумуляторов, модулей, батарейных блоков и батарейных систем регулируются правилами Международной организации гражданской авиации (ICAO), Международной ассоциации воздушного транспорта (IATA), Международной морской организации (IMO) и других государственных учреждений.

Правила, касающиеся международной перевозки литиевых аккумуляторных батарей, основаны на Рекомендациях ООН по перевозке опасных грузов. Требования к испытаниям определены в Руководстве ООН по испытаниям и критериям. В связи в возможными пересмотрами регламента следует обращаться к последним изданиям.

См. также МЭК 62281.

Приложение F
(справочное)

Ссылки на стандарты компонентной базы

Компоненты, используемые для обеспечения безопасности аккумулятора, должны соответствовать стандартам на соответствующие компоненты, если это применимо. В таблице F.1 указаны стандарты на компоненты, которые могут быть применены к компонентам аккумуляторов.

Таблица F.1 — Ссылки на стандарты компонентной базы

Компонент	Ссылка на стандарт МЭК
Предохранители	МЭК 60127 (все части), Миниатюрные предохранители [IEC 60127 (all parts), Miniature fuses]
Термисторы с положительным температурным коэффициентом (PTC)	МЭК 60738-1, Термисторы прямого подогрева с положительным температурным коэффициентом. Часть 1. Общая спецификация (IEC 60738-1, Thermistors — Directly heated positive temperature coefficient — Part 1: Generic specification)
Плавкие вставки	МЭК 60691, Вставки плавкие. Требования и руководство по применению (IEC 60691, Thermal-links — Requirements and application guide)
Полевые транзисторы (FET)	МЭК 60747-8, Приборы полупроводниковые. Дискретные приборы и интегральные схемы. Часть 8. Полевые транзисторы (IEC 60747-8, Semiconductor devices — Discrete devices — Part 8: Field-effect transistors)

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных документов национальным и межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного документа	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
IEC 60050-482:2004	—	*
IEC 61960	IDT	ГОСТ Р МЭК 61960—2007 «Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной и другие некислотные электролиты. Аккумуляторы и аккумуляторные батареи литиевые для портативного применения»
ISO/IEC Guide 51	IDT	ГОСТ Р 57149—2016/ISO/IEC Guide 51:2014 «Аспекты безопасности. Руководящие указания по включению их в стандарты»

* С 01.05.2020 действует ГОСТ Р 58593—2019 «Источники тока химические. Термины и определения».

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

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

IEC 60050-351:2013 International Electrotechnical Vocabulary — Part 351: Control technology (Международный электротехнический словарь. Глава 351. Автоматическое управление)

IEC 60051 (all parts) Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories (Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним)

IEC 60664 (all parts) Insulation coordination for equipment within low-voltage systems (Согласование изоляции для оборудования в низковольтных системах)

(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 щелочные или другие некислотные электролиты. Руководство по обозначению тока в щелочных стандартах вторичных элементов и батарей)

IEC TR 61438 Possible safety and health hazards in the use of alkaline secondary cells and batteries — Guide to equipment manufacturers and users (Возможные опасности для безопасности и здоровья при использовании щелочных вторичных элементов и батарей. Руководство для изготовителей оборудования и пользователей)

IEC TR 62188 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Design and manufacturing recommendations for portable batteries made from sealed secondary cells (Аккумуляторы и батареи, содержащие щелочные или другие некислотные электролиты. Рекомендации по проектированию и изготовлению переносных батарей из герметичных вторичных элементов)

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 TR 62914 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Experimental procedure for the forced internal short-circuit test of IEC 62133:2012 (Аккумуляторы и батареи, содержащие щелочные или другие некислотные электролиты. Экспериментальная процедура для испытания внутреннего короткого замыкания по МЭК 62133:2012)

ISO 6208 Nickel and nickel alloy plate, sheet and strip (Пластина из никеля и никелевого сплава, лист и полоса)[1)]

ISO 7619-1 Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of indentation hardness — Part 1: Durometer method (Shore hardness) [Резина, вулканизированная или термопластичная. Определение твердости вдавливания. Часть 1. Метод дюрометра (твердость по Шору)][2)]

ISO 8124-1 Safety of toys — Part 1: Safety aspects related to mechanical and physical properties (Безопасность игрушек — Часть 1. Аспекты безопасности, связанные с механическими и физическими свойствами)

United Nations, New York & Geneva, Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Manual of Tests and Criteria, Chapter 38.3 (Организация Объединенных Наций, Нью-Йорк и Женева, Рекомендации по перевозке опасных грузов, Руководство по испытаниям и критериям, глава 38.3)

[1)] Отменен.

[2)] Заменен. Действует ISO 48-4:2018.

УДК 621.355.9:006.354 ОКС 29.220.99 ОКПД2 27.20.23.130
27.20.23.140

Ключевые слова: аккумуляторы, аккумуляторные батареи, портативные герметичные аккумуляторы, требования безопасности

БЗ 11—2019/60

Редактор *Л.И. Нахимова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 16.10.2019. Подписано в печать 29.10.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 3,95.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru