ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58092.5.2— 2024 (МЭК 62933-5-2: 2020)

Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ)

БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ, РАБОТАЮЩИХ В СОСТАВЕ СЕТИ

Требования к СНЭЭ с подсистемами электрохимического аккумулирования энергии

(IEC 62933-5-2:2020, Electrical energy storage (EES) systems — Part 5-2: Safety requirements for grid-integrated EES systems — Electrochemical based systems, MOD)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

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 «Химические источники тока и электрохимические системы накопления электрической энергии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 сентября 2024 г. № 1160-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту МЭК 62933-5-2:2020 «Системы накопления электрической энергии (EES). Часть 5-2. Безопасность систем, работающих в составе сети. Электрохимические системы» (IEC 62933-5-2:2020 «Electrical energy storage (EES) systems — Part 5-2: Safety requirements for grid-integrated EES systems — Electrochemical based systems», MOD) путем внесения технических отклонений, объяснение которых приведено во введении.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного проекта международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5) и со структурой наименования комплекса стандартов ГОСТ Р 58092.

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© IEC, 2020
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 4
4 Основные указания по безопасности СНЭЭБ 5
5 Вопросы опасности 8
6 Оценка рисков системы СНЭЭБ 8
7 Требования, необходимые для снижения рисков 11
8 Проверка и испытание системы 23
9 Методические рекомендации и руководства 31
Приложение A (справочное) Модели владения СНЭЭБ 32
Приложение B (справочное) Опасности и риски СНЭЭБ 33
Приложение C (справочное) Полномасштабные огневые испытания на СНЭЭБ 48
Приложение D (справочное) Методы испытаний для защиты от опасностей, возникающих от окружающей среды 49
Приложение E (справочное) Информация для проверки управления безопасностью жизненного цикла СНЭЭБ 50
Приложение F (справочное) Знаки безопасности СНЭЭБ 52
Приложение G (справочное) Пример испытаний для проверки работы термоконтроля заряда и разряда 53
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте 54
Библиография 56

Введение

Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ) в целом должны соответствовать общим требованиям безопасности, которые установлены в *ГОСТ Р 58092.5.1* и основаны на системном подходе. Настоящий стандарт следует такой же структуре, как и в *ГОСТ Р 58092.5.1*, и содержит дополнительные требования для батарейных систем накопления энергии (СНЭЭБ). Дополнительные требования предъявляются по следующим причинам:

a) СНЭЭБ может быть интегрирована в значительный спектр электрических сетей;

b) уровень осведомленности о требованиях безопасности может различаться в зависимости от конкретных требований со стороны коммунальных служб, системных интеграторов, операторов и конечных пользователей;

c) хотя безопасность отдельных подсистем в целом учтена и обеспечена стандартами на уровне ИСО и МЭК, не во всех случаях рассматривают вопросы безопасности, возникающие при объединении подсистем электрохимического аккумулирования энергии и любых электрических подсистем. СНЭЭБ являются сложными на уровне систем из-за разнообразия возможных вариантов батарей и конфигураций, включая объединяемые подсистемы (например, подсистемы управления, подсистемы электрохимического аккумулирования энергии, подсистемы преобразования и вспомогательные подсистемы). Соответствие стандартам и материалам, произведенным специально для безопасности подсистем, может оказаться недостаточным для достижения приемлемого уровня безопасности на уровне всей системы;

d) в отношении СНЭЭБ могут возникать дополнительные угрозы безопасности, исходящие от подсистем электрохимического аккумулирования энергии (например, из-за присутствия химических веществ, выброса токсичных газов, разлитых химических веществ и событий, критически значимых для безопасности подсистем электрохимического аккумулирования энергии), а также могут быть потери мощности в любой части систем и зданий. С системной точки зрения подобные опасные ситуации, вероятные при эксплуатации подсистем электрохимического аккумулирования энергии, могут оказывать влияние на систему в целом и негативно отражаться на безопасности СНЭЭБ в частности.

Для учета потребностей национальной экономики и особенностей национальной стандартизации в текст настоящего стандарта внесены следующие изменения, выделенные курсивом:

- в таблицу 1 добавлены пояснения и примечание 4, объясняющие структуру обозначения категорий;

- структура таблиц 5, B.1—B.5 приведена к одному виду для иллюстрации вложенности опасности по типам;

- в таблицах B.1—B.5 курсивом выделены комбинации слов, составляющие понятия;

- в пункте B.4.3 в примечании примеры выделены отдельно.

Структура наименований приложений сохранена для удобства ссылок на стандарт:

приложение A (справочное) «Модели владения СНЭЭБ»;

приложение B (справочное) «Опасности и риски СНЭЭБ»;

приложение C (справочное) «Полномасштабные огневые испытания на СНЭЭБ»;

приложение D (справочное) «Методы испытаний для защиты от опасностей, возникающих от окружающей среды»;

приложение E (справочное) «Информация для проверки управления безопасностью жизненного цикла СНЭЭБ»;

приложение F (справочное) «Знаки безопасности СНЭЭБ»;

приложение G (справочное) «Пример испытаний для проверки работы термоконтроля заряда и разряда».

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ)

БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ, РАБОТАЮЩИХ В СОСТАВЕ СЕТИ

Требования к СНЭЭ с подсистемами электрохимического аккумулирования энергии

Electrical energy storage (EES) systems. Safety requirements for grid integrated EES systems. Requirements for energy storage systems with electrochemical accumulation subsystems

Дата введения — 2025—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на системы накопления электрической энергии (*СНЭЭ*), подключенные к электрической сети, в которых использована подсистема электрохимического аккумулирования энергии (системы накопления электрической энергии батарейные, СНЭЭБ), и устанавливает требования безопасности, учитывающие особенности применяемых в них электрохимических систем, которые выходят за рамки общих требований безопасности, установленных в *ГОСТ Р 58092.5.*1, прежде всего в отношении пользователей, а также касательно аспектов, связанных с окружающей средой и живыми организмами.

Настоящий стандарт безопасности применим ко всему жизненному циклу СНЭЭБ (от проектирования до завершения срока службы) и устанавливает требования безопасности СНЭЭБ как системы для снижения риска вреда или ущерба, которые могут быть вызваны опасностями подсистемы электрохимического аккумулирования энергии (*ПЭА*Э), возникающими при взаимодействии между подсистемами СНЭЭБ, как это понимается в настоящее время.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 14254 (IEC 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

ГОСТ 30331.1 (IEC 60364-1:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения

ГОСТ 31610.7—2017 (IEC 60079-7:2015) Взрывоопасные среды. Часть 7. Оборудование. Повышенная защита вида «е»

ГОСТ 31610.13 (IEC 60079:13:2017) Взрывоопасные среды. Часть 13. Защита оборудования помещениями под избыточным давлением «р»

ГОСТ IEC 60079-29-1 Взрывоопасные среды. Часть 29-1. Газоанализаторы. Требования к эксплуатационным характеристикам газоанализаторов горючих газов

ГОСТ IEC 60079-29-2 Взрывоопасные среды. Часть 29-2. Газоанализаторы. Требования к выбору, монтажу, применению и техническому обслуживанию газоанализаторов горючих газов и кислорода

ГОСТ IEC 60079-29-3 Взрывоопасные среды. Часть 29-3. Газоанализаторы. Руководство по функциональной безопасности стационарных газоаналитических систем

ГОСТ IEC 61000-6-7 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-7. Общие стандарты. Требования помехоустойчивости для оборудования, предназначенного для выполнения функций в системе, связанной с безопасностью (функциональная безопасность) в промышленных расположениях

Издание официальное

ГОСТ IEC 62368-1 Аудио-, видеоаппаратура, оборудование информационных технологий и техники связи. Часть 1. Требования безопасности

ГОСТ IEC/TS 61000-1-2 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 1-2. Общие положения. Методология достижения функциональной безопасности электрических и электронных систем, включая оборудование, в отношении электромагнитных помех

ГОСТ Р 27.012 (МЭК 61882:2016) Надежность в технике. Анализ опасности и работоспособности (HAZOP)

ГОСТ Р 27.302 Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей

ГОСТ Р 27.303 (МЭК 60812:2018) Надежность в технике. Анализ видов и последствий отказов

ГОСТ Р 50571.16—2019/МЭК 60364-6:2016 Электроустановки низковольтные. Часть 6. Испытания

ГОСТ Р 50571.7.712/МЭК 60364-7-712:2002 Электроустановки низковольтные. Часть 7-712. Требования к специальным электроустановкам или местам их расположения. Системы питания с использованием фотоэлектрических (ФЭ) солнечных батарей

ГОСТ Р 50571.7.713/МЭК 60364-7-713:1996 Электроустановки низковольтные. Часть 7-713. Требования к специальным установкам или местам их расположения. Мебель

ГОСТ Р 50571.7.715/МЭК 60364-7-715:2011 Электроустановки низковольтные. Часть 7-715. Требования к специальным электроустановкам или местам их расположения. Осветительные установки сверхнизкого напряжения

ГОСТ Р 50571-4-44 (МЭК 60364-4-44:2007) Электроустановки низковольтные. Часть 4-44. Требования по обеспечению безопасности. Защита от отклонений напряжения и электромагнитных помех

ГОСТ Р 52350.29.4 (МЭК 60079-29-4:2009) Взрывоопасные среды. Часть 29-4. Газоанализаторы. Общие технические требования и методы испытаний газоанализаторов горючих газов с открытым оптическим каналом

ГОСТ Р 57149—2016/ISO/IEC Guide 51:2014 Аспекты безопасности. Руководящие указания по включению их в стандарты

ГОСТ Р 58092.1 Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Термины и определения

ГОСТ Р 58092.5.1—2018 (IEC/TS 62933-5-1:2017) Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Безопасность систем, работающих в составе сети. Общие требования

ГОСТ Р 58593—2019 Источники тока химические. Термины и определения

ГОСТ Р ИСО 1182 Испытания строительных материалов и изделий на пожарную опасность. Метод испытания на негорючесть

ГОСТ Р ИСО 9241-1 Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDTs). Часть 1. Общее введение

ГОСТ Р ИСО 9241-2 Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 2. Требования к производственному заданию

ГОСТ Р ИСО 9241-3 Эргономические требования при выполнении офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ). Часть 3. Требования к визуальному отображению информации

ГОСТ Р ИСО 9241-4 Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 4. Требования к клавиатуре

ГОСТ Р ИСО 9241-5 Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 5. Требования к расположению рабочей станции и осанке оператора

ГОСТ Р ИСО 9241-7 Эргономические требования при выполнении офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ). Часть 7. Требования к дисплеям при наличии отражений

ГОСТ Р ИСО 9241-8 Эргономические требования при выполнении офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ). Часть 8. Требования к отображаемым цветам

ГОСТ Р ИСО 9241-11 Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 11. Руководство по обеспечению пригодности использования

ГОСТ Р ИСО 9241-13 Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов. Часть 13. Руководство пользователя

ГОСТ Р ИСО 9241-20 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 20. Руководство по доступности оборудования и услуг в области информационно-коммуникационных технологий

ГОСТ Р ИСО 9241-110 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 110. Принципы организации диалога

ГОСТ Р ИСО 9241-129 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 129. Руководство по индивидуализации программного обеспечения

ГОСТ Р ИСО 9241-151 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 151. Руководство по проектированию пользовательских интерфейсов сети Интернет

ГОСТ Р ИСО 9241-154 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 154. Применение интерактивного голосового меню

ГОСТ Р ИСО 9241-161 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 161. Элементы графического пользовательского интерфейса

ГОСТ Р ИСО 9241-210 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 210. Человекоориентированное проектирование интерактивных систем

ГОСТ Р ИСО 9241-300 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 300. Введение в требования к электронным видеодисплеям

ГОСТ Р ИСО 9241-302 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 302. Терминология для электронных видеодисплеев

ГОСТ Р ИСО 9241-303 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 303. Требования к электронным видеодисплеям

ГОСТ Р ИСО 9241-304 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 304. Методы испытаний пользовательских характеристик электронных видеодисплеев

ГОСТ Р ИСО 9241-305 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 305. Оптические лабораторные методы испытания электронных видеодисплеев

ГОСТ Р ИСО 9241-306 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 306. Методы оценки электронных видеодисплеев в условиях эксплуатации

ГОСТ Р ИСО 9241-307 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 307. Методы анализа и проверки соответствия электронных видеодисплеев

ГОСТ Р ИСО 9241-392 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 392. Рекомендации по снижению утомления глаз от просмотра стереоскопических изображений

ГОСТ Р ИСО 9241-400 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 400. Принципы и требования к устройствам физического ввода

ГОСТ Р ИСО 9241-910 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 910. Основы тактильных и осязательных взаимодействий

ГОСТ Р ИСО 9241-920 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 920. Руководство по проектированию осязательного взаимодействия

ГОСТ Р МЭК 60617-DB-12M Графические символы для схем (в формате базы данных)

ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012 Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 1. Принципы, требования и испытания

ГОСТ Р МЭК 62305-2 Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 2. Оценка риска

ГОСТ Р МЭК 62485-2 Батареи аккумуляторные и установки батарейные. Требования безопасности. Часть 2. Стационарные батареи

ГОСТ Р МЭК 62619—2023 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты Требования безопасности для литиевых аккумуляторов и батарей промышленных применений

ГОСТ Р МЭК 62932-1—2022 Системы накопления энергии батарейные проточные. Часть 1. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по *ГОСТ Р 58092.1* и *ГОСТ Р 58092.5.1*, а также следующие термины с соответствующими определениями.

Примечание — Если существуют различия в определениях, приведенных в *ГОСТ Р 58092.1* и *ГОСТ Р 58092.5.1*, определение, данное в *ГОСТ Р 58092.1*, имеет преимущественную силу, если в настоящем стандарте не указано иное.

3.1.1 **батарейная система накопления электрической энергии;** СНЭЭБ (battery energy storage system, BESS): Система накопления электрической энергии с подсистемой электрохимического аккумулирования энергии на основе аккумуляторных батарей.

Примечания

1 Батарейные системы накопления энергии включают в себя также системы на основе проточных батарей (*ГОСТ Р МЭК 62932-1—2022*, статья 3.1.15).

2 Термин «батарея» определен в *ГОСТ Р 58593—2019*, *статья 57*; термин «аккумулятор» — в *ГОСТ Р 58593—2019*, *статья 60*.

3.1.2 **помещение с постоянным пребыванием людей** (occupied site): Место, которое расположено внутри здания или сооружения с верхним покрытием и в котором находятся (живут или работают) люди.

Примечание — Место, которое не относится к помещениям с постоянным пребыванием людей, называется непосещаемым местом.

3.1.3

типовое испытание (type test): Испытание на соответствие, выполненное на одном или нескольких изделиях, представляющих продукцию.

[*ГОСТ IEC 60050-151—2014*, статья 151-16-16]

3.1.4

контрольное испытание (routine test): Испытание на соответствие, проведенное на каждом отдельном изделии во время или после его изготовления.

[*ГОСТ IEC 60050-151—2014*, статья 151-16-17]

3.1.5 **приемочное испытание заводское;** ПИЗ (factory acceptance test, FAT): Мероприятия, предназначенные для подтверждения соответствия системы, подсистемы, компонентов и вспомогательных систем/устройств *СНЭЭ* спецификациям и проводимые на заводе.

3.1.6 **приемочные испытания на месте эксплуатации;** ПИМ (site acceptance test, SAT): Мероприятия, предназначенные для подтверждения того, что система накопления электрической энергии может работать в соответствии с применимыми спецификациями и инструкциями по установке, и проводимые после установки на месте эксплуатации.

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АВПКО — анализ видов последствий и критичности отказов;

АДО — анализ дерева отказов;

АОР — анализ опасностей и работоспособности;

БСНН — безопасное сверхнизкое напряжение;

ИБП — источник бесперебойного питания;

НВКВ — система нагрева, вентиляции и кондиционирования воздуха;

ПИЗ — приемочное испытание заводское;

ПИМ — приемочное испытание на месте (установки);

ППЭ — подсистема преобразования энергии;

ПЭАЭ — подсистема электрохимического аккумулирования энергии;

СИЗ — средство индивидуальной защиты;

СНЭЭ — система накопления электрической энергии;

СНЭЭБ — система накопления электрической энергии батарейная;

ТО — техническое обслуживание;

ТПН — точка подключения накопителя;

AC — переменный ток;

DC — постоянный ток;

STAMP — теоретическая модель аварий и процессов в системах;

VRLA — valve regulated lead acid.

4 Основные указания по безопасности СНЭЭБ

4.1 Общие положения

Оценку снижения риска, связанного с СНЭЭБ, как изготовленной, так и предназначенной для установки, следует проводить в соответствии с последовательностью, показанной на рисунке 1.

Риски могут зависеть от многих факторов, включая местоположение, химию и энергетические параметры/размер (например, мощность) СНЭЭБ, и их необходимо оценить соответствующим образом. Расположение СНЭЭБ может варьироваться от отдельных бытовых систем, коммерческих и промышленных приложений до систем коммунального масштаба, в соответствии с чем следует оценивать риски. Выбор химического состава для *ПЭАЭ* СНЭЭБ может зависеть от окружающей среды, эксплуатационных характеристик и любых связанных с этим затрат и выгод.

Как описано в *ГОСТ Р 57149*, меры по снижению риска, принимаемые во время проектирования, — это меры по реализации безопасного в своей основе проекта, применение предохранительных и защитных устройств и предоставление информации для конечных пользователей. В *ГОСТ Р 57149* также установлены дополнительные меры на этапе эксплуатации (управление безопасностью жизненного цикла).

4.2 Подход к безопасности СНЭЭБ

Конструкция СНЭЭБ, ее предполагаемая установка и интеграция со средой, в которую она встраивается, должны учитывать конкретные риски, возникающие на каждом этапе жизненного цикла СНЭЭБ. Этапы жизненного цикла, как правило, включают (но не ограничиваются):

- изготовление/окончательную сборку и ПИЗ (см. 7.10, 7.11 и 8.2);
- транспортирование (см. 7.10, 7.11 и 8.2);
- установку, ввод в эксплуатацию и ПИМ (см. 7.10, 7.11, 7.13 и 8.2);
- эксплуатацию (см. 7.13);
- техническое обслуживание *(ТО)* и ремонт (см. 7.13);
- перепрофилирование или снятие с эксплуатации (см. 7.13).

В процессе установки должна быть обеспечена надежность коммуникаций между подсистемами (подсистемами управления, коммуникации, контроля, вентиляции, защиты и др.), которые имеют решающее значение для минимизации риска и облегчения реагирования на инциденты, чтобы избежать любых сбоев в работе подсистем, отвечающих за безопасность. После установки СНЭЭБ, прежде чем она будет введена в эксплуатацию, необходимо проверить эти подсистемы и гарантировать их правильную работу.

Во время *ТО* и ремонта системы необходимо выполнять все требования по охране труда, технике безопасности и охране окружающей среды, применимые к СНЭЭБ.

Рассмотрение безопасности конструкции и анализ рисков для каждого идентифицированного этапа жизненного цикла должны быть задокументированы и предоставлены в соответствии с разделом 6 и 7.13.

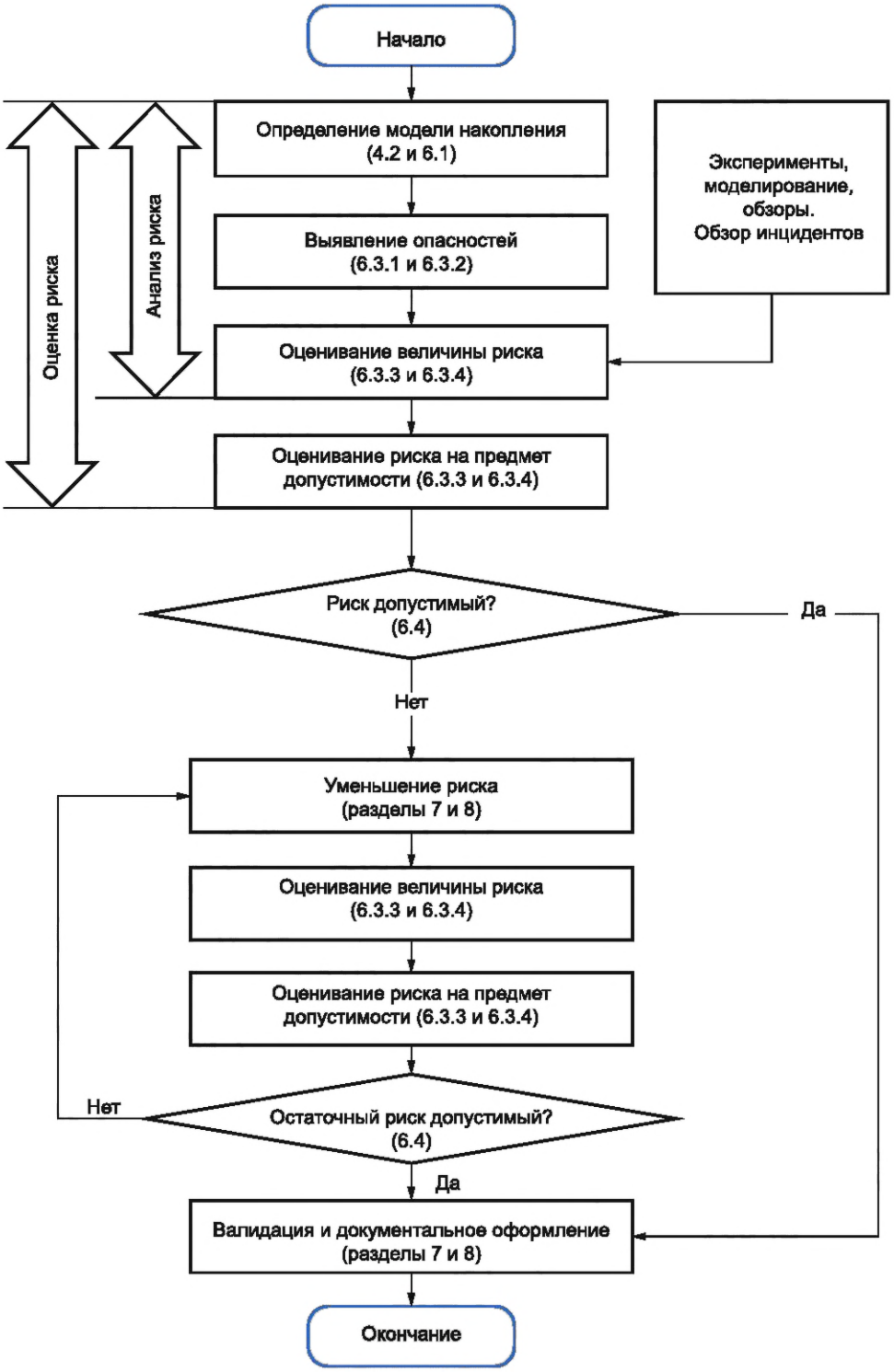

Рисунок 1 — Общее описание оценки и снижения риска СНЭЭБ

СНЭЭБ, которая спроектирована и сконструирована для обеспечения определенного уровня надежности и долговечности, должна обеспечивать необходимые уровни безопасности не только на уровне системы в целом, но и на уровне всех подсистем. На уровне подсистем все интегрированные *ПЭАЭ* должны обеспечивать требования соответствующих стандартов безопасности (например, *[1]*, *ГОСТ Р МЭК 62619*).

Меры безопасности для взаимодействия между подсистемами должны соответствовать результатам оценки риска безопасности на уровне системы.

Обычно используемые напряжения ТПН СНЭЭБ, их энергоемкость, занятость площадки и химический состав *ПЭАЭ* различаются, как указано в таблице 1.

Подробная реализация мер безопасности согласно требованиям разделов 7 и 8 может быть оптимизирована в соответствии с результатом оценки системного риска СНЭЭБ (см. раздел 6) с использованием основных условий таблицы 1.

Примечания

1 Химические составы, которые не используются широко для стационарных применений, не рассмотрены в настоящем стандарте, но могут быть представлены в последующих редакциях.

2 Энергоемкость СНЭЭБ означает общую энергоемкость всех *ПЭАЭ*, которые выходят на одну ТПН.

Таблица 1 — Категории СНЭЭБ

Параметр категоризации	Обозначение категории	Детализация
Напряжение в ТПН *(V-voltage)*, в которой подключена СНЭЭБ	V-L	Низкое *(L-low)* напряжение: $U \leq 1$ кВ переменного тока или 1,5 кВ постоянного тока
	V-H	Высокое *(H-high)* напряжение: $U > 1$ кВ переменного тока или 1,5 кВ постоянного тока
Энергоемкость *(E-energy)* СНЭЭБ	E-S	Малая *(S-small)*: $E \leq 20$ кВт·ч
	E-L	Большая *(L-large)*: $E > 20$ кВт·ч
Занятость участка *(S-site)* в связи с *ПЭАЭ*	S-O	Помещение с постоянным пребыванием людей *(O-occupied site)*, см. 3.1.2
	S-U	Непосещаемое место *(U-unoccupied site)*, см. 3.1.2
Химия *(C-chemistry) ПЭАЭ*	C-A	СНЭЭБ, использующая батарею с неводным электролитом (например, с электрохимической системой на основе лития)
	C-B	СНЭЭБ, использующая батарею с водным электролитом (например, с электрохимической системой на основе свинца или никеля)
	C-C	СНЭЭБ, использующая высокотемпературную батарею (например, NaS, NaNiCl)
	C-D	СНЭЭБ, использующая проточную батарею
	C-Z	Прочие

Примечания

1 Обозначения категории СНЭЭБ описаны в требованиях настоящего стандарта как V-X/E-X/S-X/C-X (например, V-H/E-L/S-U/C-C). Если какое-либо ограничение категории не применяется, некоторые символы могут быть опущены.

2 В целях возможности применения настоящего стандарта как к СНЭЭБ, так и к другим *СНЭЭ*, включая суперконденсаторы на химической основе, последние включены в категорию C-Z *СНЭЭ*.

3 Комбинации двух или более разных электрохимических систем, в том числе суперконденсаторов, включены в категорию C-Z.

4 В структуре обозначений категорий Y-X в качестве Y используют первую букву англоязычного наименования параметра категоризации, в качестве X — первую букву англоязычного наименования детализации параметра (приведено в скобках).

Описание примеров использования СНЭЭБ может быть представлено согласно приведенному в таблице 2.

Таблица 2 — Примеры использования СНЭЭБ

Сектор использования	Размещение	Ограничения доступа/условия во время эксплуатации и *ТО*
Жилой	Установлены в отдельных домах или распределены по небольшому числу домов и большому числу квартир зданий или коттеджей	Могут быть размещены в месте, недоступном для проведения регулярного *ТО* без сотрудничества с жителями дома, и не являются частью профессионального режима эксплуатации и *ТО*
	Согласно данным таблицы 1, СНЭЭБ в этом секторе использования можно обозначить как V-L/E-S, L/S-O, U/C-A или B	
Коммерческий	Установлены в небольших предприятиях или распределены по большому числу зданий или в комбинации вышеприведенных вариантов, например на улице или в многоквартирном доме	Размещены в месте, доступном для проведения регулярного *ТО* в рабочее время, и, как правило, являются частью профессионального режима эксплуатации и *ТО*
	Согласно данным таблицы 1, СНЭЭБ в этом секторе использования можно обозначить как V-H, L/E-L /S-O, U/C-A, B, C или D	
Промышленный	Установлены на крупных предприятиях, таких как фабрики, центры обработки данных, склады и т. п., или распределены по большому числу домов, например в городском квартале	Размещены в месте, доступном для проведения регулярного *ТО* в рабочее время, и являются частью профессионального режима эксплуатации и *ТО*
	Согласно данным таблицы 1, СНЭЭБ в этом секторе использования можно обозначить как V-HL, L/E-L /S-O, U/C-A, B, C или D	
Электросетевой	Подсоединены непосредственно к распределительной сети	Размещены в том месте, которое постоянно доступно для проведения регулярного *ТО* и является частью профессионального режима эксплуатации и *ТО*. Система, как правило, размещена внутри зоны ограниченного доступа, или доступ к системе ограничен уполномоченными лицами
	Согласно данным таблицы 1, СНЭЭБ в этом секторе использования можно обозначить как V-H/E-L/S-O, U/C-A, B, C или D	

4.3 Изменения в собственности, контроле или использовании СНЭЭБ

Во всех случаях, когда происходит передача права собственности или эксплуатационной ответственности, новому владельцу должна передаваться информация журнала мониторинга как часть документации системы, включая меры по соблюдению требований, указанных в 7.13.2 и 7.13.3. Если необходимо контролировать выявленные риски СНЭЭБ, то должны быть определены роли и должна быть установлена ответственность за управление и контроль существующих или новых рисков для безопасности, возникающих в результате изменений, которые запланированы или уже произошли.

Варианты моделей владения приведены в приложении А.

5 Вопросы опасности

Применяют общие положения об опасности для *СНЭЭ* раздела 5 *ГОСТ Р 58092.5.1—2018*.

6 Оценка рисков системы СНЭЭБ

6.1 Структура СНЭЭБ

6.1.1 Общие характеристики

Для соответствующей оценки риска безопасности должна быть создана модель накопления СНЭЭБ с уточняющими особенностями, как показано ниже.

Пример СНЭЭБ, включающей первичную ТПН, вспомогательную ТПН и подсистему управления, показан на рисунке 2 и в таблице 2. В некоторых случаях одна или несколько подсистем или компо-

нентов могут отсутствовать. Схемы связи между подсистемами управления, коммуникации, защиты и другими подсистемами показаны пунктирными линиями со стрелками.



Рисунок 2 — Пример архитектуры СНЭЭБ

Примечание — Могут быть случаи, которые не вписываются в представленную архитектуру СНЭЭБ.

Таблица 3 — Примеры компонентов в подсистемах СНЭЭБ

Подсистемы	Компоненты
Подсистема управления	Контроллер системы и/или система управления энергией
Коммуникационная подсистема	Панель управления (интерфейс человека), система связи и/или передачи данных мониторинга, измерений
Подсистема защиты	Реле (заземление, перегрузка по току, перенапряжение, пониженное напряжение, превышение частоты, понижение частоты и т. д.)
Вспомогательная подсистема	Система(ы) обнаружения пожара, тепла и/или дыма, система пожаротушения, огнетушитель, система НВКВ, якоря системы, вспомогательные трансформаторы, распределительное устройство вспомогательного питания, ИБП вспомогательной подсистемы
Вспомогательный стыковочный вывод	Соединительные разъемы, кабель (тип, класс огнестойкости, класс теплостойкости, химическая устойчивость, размер и гибкость)
Подсистема электрохимического аккумулирования энергии	Батарея (включая систему управления батареей), устройства связи, защитные устройства, механическое крепление, кабели. Примечание — СНЭЭБ может включать несколько *ПЭАЭ* или различных типов систем
Подсистема преобразования энергии	Трансформатор, преобразователь переменного/постоянного тока, инвертор, контроллер ППЭ, переключатели
Основной стыковочный вывод	Соединительный вывод, кабель (тип, класс теплостойкости, химическая устойчивость, размер и гибкость)
Прочее	Помещение и/или здание/ограждение, фундамент, подача воды, система вентиляции и кондиционирования здания, предохранители, маркировка безопасности

6.1.2 Отличающиеся характеристики

Основные типы СНЭЭБ (см. 4.2) могут отличаться не только по типу химии *ПЭАЭ*, но и по типу вспомогательных подсистем, как указано ниже:

- специальная вспомогательная подсистема категории C-C (СНЭЭБ, использующая высокотемпературную батарею):
  - контур подогрева *ПЭАЭ*;
- специальная вспомогательная подсистема категории C-D (СНЭЭБ, использующая проточную батарею):
  - теплообменник,
  - система управления жидкостями (насос, бак, трубопровод, клапан и т. п.).

6.2 Описание условий работы СНЭЭБ

Базовое описание условий работы СНЭЭБ должно быть классифицировано в соответствии с приведенным в таблице 1 (см. 4.2). Более подробное описание применимо к СНЭЭБ в соответствии с 6.2 *ГОСТ Р 58092.5.1—2018*.

6.3 Анализ рисков

6.3.1 Общие положения

Анализ рисков (идентификация опасности и оценка риска) СНЭЭБ следует проводить в соответствии с 4.1, 4.2, 6.3.2, 6.3.3, 6.3.4.

Общие положения по анализу любого риска *СНЭЭ* установлены в *ГОСТ Р 58092.5.1*.

Следует применять итерационный подход (поскольку несколько последовательных применений могут снизить риск и максимально эффективно использовать доступные технологии). При выполнении этого процесса необходимо рассматривать безопасность СНЭЭБ на всех этапах ее жизненного цикла.

Актуальная информация об опасностях и рисках СНЭЭБ представлена в приложении В.

6.3.2 Идентификация опасности, характерной для СНЭЭБ

Сценарий оценки риска СНЭЭБ должен включать в качестве отправных точек для анализа определенные режимы отказа подсистемы (идентифицированные опасности, специфичные для СНЭЭБ).

6.3.3 Учет риска

Сценарии оценки риска СНЭЭБ должны включать все взаимодействия между подсистемами. Примеры сценариев включают (но не ограничиваются) следующие риски:

- идущие от *ПЭАЭ* в другие подсистемы;
- идущие от неаккумулирующих подсистем;
- одновременные сбои/неисправности нескольких подсистем;
- потерю работоспособности подсистемы, которая связана с безопасностью.

6.3.4 Анализ рисков СНЭЭБ на уровне системы

Анализ рисков СНЭЭБ на уровне системы следует проводить на уровне компонентов, модулей и системы в целом. Чтобы продемонстрировать, что подходящий анализ риска выполнен на уровне компонента, модуля и системы в целом, должен быть проведен соответствующий анализ.

Общие условия анализа рисков на уровне системы описаны в 6.3.3 *ГОСТ Р 58092.5.1—2018*.

Анализ риска СНЭЭБ на уровне системы следует выполнять, основываясь на риске (размер/значимость СНЭЭБ) и сложности системы, используя один из следующих методов или эквивалентный им:

- анализ рисков по первым принципам снизу вверх (например, АВПКО): см. *ГОСТ Р 27.303*;
- анализ сверху вниз (например, АДО): см. *ГОСТ Р 27.302*;
- комбинированные и/или интегрированные виды анализа (например, АОР: см. *ГОСТ Р 27.012*, STAMP).

6.4 Оценка рисков на уровне системы

Все риски должны быть рассмотрены с точки зрения их влияния на операторов, пользователей и посторонних лиц, которые могут находиться в зоне СНЭЭБ, и оценены как допустимые или недопустимые.

Примечание — Если система зависит от электроники и программного обеспечения, то рекомендуется провести оценку функциональности этих элементов управления посредством использования подходящего стандарта функциональной безопасности.

Если некоторые риски недопустимы в принципе, то должны быть приняты соответствующие меры, обеспечивающие выполнение требований разделов 7 и 8.

Документация, прилагаемая к оценке риска СНЭЭБ и его снижению, должна быть доступной и включать требования, приведенные в разделе 6.

7 Требования, необходимые для снижения рисков

7.1 Общие меры по снижению рисков

Общие положения безопасности для *СНЭЭ* описаны в 7.1 *ГОСТ Р 58092.5.1—2018*.

Приоритет подходов к снижению риска согласно 6.3.5 *ГОСТ Р 57149—2016* должен быть осуществлен в следующей последовательности:

a) безопасный в своей основе проект;

b) предохранительные и защитные устройства;

c) информация для конечных пользователей.

Меры безопасного в своей основе проекта являются первым и наиболее значимым шагом в процессе снижения риска. Это связано с тем, что защитные меры, присущие характеристикам продукта или системы, вероятно, останутся эффективными, в то же время опыт показывает, что даже тщательно спроектированные защитные и предохранительные устройства могут выходить из строя или работать с нарушениями, а информация, предназначенная для конечных пользователей, может не учитываться.

Если меры безопасного в своей основе проекта не позволяют ни устранить опасности, ни существенно снизить риск, то должны быть использованы ограждения и защитные устройства. Могут потребоваться дополнительные меры защиты, связанные с дополнительным оборудованием (например, с оборудованием для аварийной остановки).

Конечный пользователь должен быть задействован в процедуре снижения риска, учитывая информацию, предоставленную разработчиком/поставщиком. Тем не менее информация для использования не должна заменять правильное применение мер безопасного в своей основе проекта, защитных или дополнительных защитных мер.

Все меры по обеспечению безопасности согласно требованиям 7.2—7.12 следует рассматривать в соответствии с процессами оценки риска СНЭЭБ, установленными в разделе 6.

Примечание — Некоторые из предписанных мер могут быть отменены при условии, что в оценке риска четко продемонстрировано, что цели в области безопасности, обеспечиваемые отмененными мерами, безусловно, достигнуты, даже без осуществления соответствующей предписанной меры.

7.2 Профилактические меры против нанесения ущерба населению

Применяют общие положения по безопасности *СНЭЭ*, описанные в 7.2 *ГОСТ Р 58092.5.1—2018*.

7.3 Профилактические меры против телесных повреждений или ущерба здоровью работников и жителей

Применяют общие положения по безопасности *СНЭЭ*, описанные в 7.3 *ГОСТ Р 58092.5.1—2018*.

7.4 Защита от перегрузки по току

Применяют общие положения по безопасности *СНЭЭ*, описанные в 7.4 *ГОСТ Р 58092.5.1—2018*.

7.5 Отсоединение и выключение СНЭЭБ

Применяют общие положения по безопасности *СНЭЭ*, описанные в 7.5 *ГОСТ Р 58092.5.1—2018*. Дополнительные требования безопасности, необходимые для снижения риска СНЭЭБ при отсоединении и выключении, описаны в 7.11.2.

7.6 Эксплуатация и обслуживание

Применяют общие положения по безопасности *СНЭЭ*, описанные в 7.6 *ГОСТ Р 58092.5.1—2018*.

7.7 Обучение персонала

Применяют общие положения по безопасности *СНЭЭ*, описанные в 7.7 *ГОСТ Р 58092.5.1—2018*.

7.8 Безопасность конструкции

Применяют общие положения по безопасности *СНЭЭ*, описанные в 7.8 *ГОСТ Р 58092.5.1—2018*. Дополнительные требования по безопасности, необходимые для снижения рисков СНЭЭБ посредством безопасности конструкции, описаны в 7.10, 7.11.1, 7.11.3 и 7.13.

7.9 Общие требования к безопасности СНЭЭБ

Любой отказ или неисправность в работе подсистемы не должны распространяться за пределы подсистемы.

Та подсистема, в которой возникает неисправность и которая может повлиять на безопасную работу СНЭЭБ, должна быть изолирована от других подсистем. Такая изоляция не должна влиять на функции безопасности подсистем, и они должны работать независимо.

Конструкция СНЭЭБ должна минимизировать шум, вибрацию и экстремальные температуры, создаваемые СНЭЭБ.

Конструкция подсистем внутри СНЭЭБ не должна препятствовать распознаванию операторами опасных частей, участков и условий.

Для СНЭЭБ категории V-H дополнительно должны быть приняты меры по предотвращению любых совершаемых удаленно опасных операций, если не может быть получено доказательств того, что ни один работник на площадке не подвергается риску.

При проектировании оборудования, чтобы уменьшить умственное или физическое напряжение и нагрузку на оператора, следует принимать во внимание эргономические принципы, предписанные в соответствующем стандарте (например, *ГОСТ Р ИСО 9241-1, ГОСТ Р ИСО 9241-2, ГОСТ Р ИСО 9241-3, ГОСТ Р ИСО 9241-4, ГОСТ Р ИСО 9241-5, ГОСТ Р ИСО 9241-7, ГОСТ Р ИСО 9241-8, ГОСТ Р ИСО 9241-11, ГОСТ Р ИСО 9241-13, ГОСТ Р ИСО 9241-20, ГОСТ Р ИСО 9241-110, ГОСТ Р ИСО 9241-129, ГОСТ Р ИСО 9241-151, ГОСТ Р ИСО 9241-154, ГОСТ Р ИСО 9241-161, ГОСТ Р ИСО 9241-210, ГОСТ Р ИСО 9241-300, ГОСТ Р ИСО 9241-302, ГОСТ Р ИСО 9241-303, ГОСТ Р ИСО 9241-304, ГОСТ Р ИСО 9241-305, ГОСТ Р ИСО 9241-306, ГОСТ Р ИСО 9241-307, ГОСТ Р ИСО 9241-392, ГОСТ Р ИСО 9241-400, ГОСТ Р ИСО 9241-910, ГОСТ Р ИСО 9241-920)*. Эти принципы следует учитывать в базовой конструкции при распределении функций оператора и машины (степень автоматизации).

7.10 Конструкция СНЭЭБ, безопасная в своей основе

7.10.1 Защита от поражения электрическим током

Электрическая установка СНЭЭБ категории V-L должна соответствовать *ГОСТ Р 50571.7.712, ГОСТ Р 50571.7.713, ГОСТ Р 50571.7.715, ГОСТ 30331.1*.

Электрическая установка СНЭЭБ категории V-H должна соответствовать *ГОСТ Р 50571.7.712, ГОСТ Р 50571.7.713, ГОСТ Р 50571.7.715, ГОСТ 30331.1 (см. также [2])*.

Электрическая защита для любой подсистемы постоянного тока должна быть безопасной (см. *[3]* и *[4]*).

Токоведущие части подсистем и компоненты СНЭЭБ, имеющие цепи с опасным напряжением (превышающим БСНН), не должны быть доступны посторонним лицам. Части СНЭЭБ, которые могут вызвать поражение электрическим током, должны быть надежно закрыты. Токопроводящие части СНЭЭБ, к которым люди могут прикоснуться, не должны быть подключены к частям, находящимся под опасным напряжением. Для защиты допускается применять следующие методы:

- предотвращение прохождения тока через тело человека или домашнего скота;
- ограничение тока, который может проходить через тело, до неопасного значения.

Электрические провода и изоляция должны быть рассчитаны на максимальные ток, напряжение и температуру.

Проводящие части СНЭЭБ, которые могут соприкасаться с опасным напряжением из-за одного повреждения изоляции, должны быть заземлены согласно соответствующим стандартам, инструкциям изготовителя.

Физическое расстояние между цепями, включая крепеж проводов, выводов и т. п., должно быть достаточным для предотвращения случайных коротких замыканий и/или возможности возникновения дуги.

Точки подключения неизолированных проводников должны быть соответствующим образом разнесены и иметь конструкцию, обеспечивающую предотвращение случайного короткого замыкания между *ПЭАЭ*.

Для оценки необходимости молниезащиты следует провести оценку риска по *ГОСТ Р МЭК 62305-2*. Если оценка показывает, что требуется защита от молнии, то она должна быть обеспечена.

Системы измерения напряжения, связанные с СНЭЭБ, должны быть поверены.

Компоненты, связанные с безопасностью (например, некоторые датчики), должны иметь известную надежность.

Защитные устройства, такие как предохранительные устройства, должны быть сконструированы таким образом, чтобы они были эффективными, поскольку их отказ может подвергать людей опасности, а также потому, что снижение их эффективности может стимулировать попытки преодолеть их защиту.

Ток прикосновения и энергия разряда должны быть ограничены (см. *[1]*, 4.4.3.4).

СНЭЭБ при подключении *ПЭАЭ* должна быть снабжена функцией защиты от перегрузки по току.

Дублирование (или резервирование) компонентов следует использовать таким образом, чтобы в случае сбоя одного компонента другие компоненты продолжали выполнять соответствующую(ие) функцию(и), тем самым гарантируя, что функция безопасности остается действующей.

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.1.3—8.2.1.6.

7.10.2 Защита от механических опасностей

Компоненты, к которым могут прикоснуться люди, не должны иметь острых краев.

Если края или углы могут представлять опасность для персонала в зависимости от местоположения или применения в оборудовании, то они должны быть закруглены или сглажены.

Для снижения риска травмирования людей опасные движущиеся части оборудования (т. е. движущиеся части, которые могут стать причиной травмы) должны быть расположены так, чтобы они были закрыты или защищены.

Конструкция СНЭЭБ должна иметь адекватную защиту и снижать риск падения подсистем и компонентов в условиях эксплуатации, транспортирования, сборки, монтажа и разборки.

СНЭЭБ должна быть спроектирована таким образом, чтобы операторы и работники были в безопасности при нормальной работе.

Расположение и структура СНЭЭБ должны быть такими, чтобы не создавать риск для работников в случае неисправности компонента.

Отказ соединений между подсистемами СНЭЭБ не должен приводить к опасной ситуации.

СНЭЭБ должна быть спроектирована и размещена таким образом, чтобы можно было устанавливать и снимать батарейные модули с использованием соответствующего грузоподъемного оборудования. Требование не применяют, если масса отдельных модулей настолько мала, что с ними могут безопасно справиться не более двух человек.

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.1.1, 8.2.1.2 и 8.2.2.3.

7.10.3 Защита от взрыва

На пути отвода газа или тепла от *ПЭАЭ* не следует размещать легковоспламеняющиеся материалы.

Подсистемы управления и компоненты, находящиеся во взрывоопасной среде, должны быть снабжены подходящей системой продувки газом согласно соответствующим стандартам, инструкциям изготовителя.

Из корпуса или отсека СНЭЭБ не должны выходить легковоспламеняющиеся газы в закрытые помещения, в которых имеются элементы, образующие искры.

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.3.1—8.2.3.3.

7.10.4 Защита от опасностей, возникающих из-за электрических, магнитных и электромагнитных полей

Функции безопасности подсистем безопасности СНЭЭБ не должны нарушаться электрическим, магнитным и электромагнитным полями.

В тех случаях, когда ожидаемые уровни электрического, магнитного и электромагнитного полей могут оказать неблагоприятное воздействие на работу СНЭЭБ, она должна быть надлежащим образом защищена для снижения этих уровней в соответствии с инструкциями изготовителя системы.

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.4.

7.10.5 Защита от пожара

При изготовлении корпуса СНЭЭБ или несущих конструкций и узлов не допускается использование горючих материалов.

Примечание — Испытание на негорючесть описано в *ГОСТ Р ИСО 1182*.

ПЭАЭ и их окружение должны быть спроектированы таким образом, чтобы предотвращать появление цепочек термохимических реакций или распространение огня (например, разделение батареи на секции: секцию зарядного оборудования и секцию, включающую в себя проводники постоянного тока, размыкатель цепи и разрядную цепь). При размещении в непосредственной близости от СНЭЭБ объектов и устройств следует учитывать как пожарные, так и термические риски.

Соответствие проверяют путем проведения проверок безопасности конструкции согласно результатам оценки риска на уровне системы (см. раздел 6). Для процесса оценки риска на уровне системы применяют расчеты по пожарной нагрузке СНЭЭБ или по экспериментальным характеристикам пожара, установленным в 8.2.5 и приложении С.

Внутренняя часть СНЭЭБ должна быть разделена с использованием огнеупорных перегородок (например, металлических пластин, негорючих панелей и т. д.) на секцию батареи, секцию зарядного оборудования и секцию, включающую размыкатель цепи и разрядную цепь.

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.5.

7.10.6 Защита от температурных опасностей

Компоненты, температура которых может быть высокой, не должны быть доступными для операторов или другого персонала. Части, которые могут вызвать ожоги, должны быть надежно закрыты.

Между *ПЭАЭ* и подсистемой управления должно быть обеспечено тепловое разделение, такое как металлическая пластина или соответствующее физическое расстояние.

7.10.7 Защита от химических воздействий

Выбор материалов, используемых в корпусах и проводах СНЭЭБ, должен учитывать ухудшение характеристик, коррозию, износ (из-за длительного использования) и токсичность в соответствии с проведенным анализом риска системы.

Следует учитывать неблагоприятные долгосрочные изменения электрических и механических свойств некоторых изоляционных материалов.

Утечка электролита из батареи должна быть предотвращена. Это требование не распространяется на герметичные батареи.

СНЭЭБ должна быть спроектирована таким образом, чтобы предотвращать разлив опасной жидкости (электролиты, жидкие электродные материалы) в *ПЭАЭ*.

7.10.8 Защита от опасностей, возникающих из-за неисправностей вспомогательной подсистемы, подсистем управления коммуникации

Оборудование должно быть спроектировано таким образом, чтобы риск возгорания или поражения электрическим током из-за механической или электрической перегрузки либо отказа вследствие ненормальной работы или неосторожного использования был ограничен настолько, насколько это практически возможно. После ненормальной работы или единичной неисправности оборудование должно оставаться безопасным для оператора, но не требуется, чтобы оборудование все еще находилось в полностью рабочем состоянии. Допускается использовать плавкие вставки, термовыключатели, защиту от перегрузки по току или аналогичные устройства, если они способны обеспечить адекватную защиту.

СНЭЭБ должна быть спроектирована так, чтобы предотвращать опасные условия, даже если подача энергии (как из основной, так и из вспомогательной ТПН) прерывается или нестабильна.

Если критический для безопасности компонент выходит из строя или работает ненормально, то система должна автоматически перейти в безопасное состояние.

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.8.

Руководство по выполнению условий единичного отказа на управляющих и других цепях приведено в *ГОСТ IEC 62368-1*.

Безопасность после ненормальной работы или единичной неисправности должна быть проверена путем испытания системы с помощью подходящих смоделированных сигналов в соответствии с *ГОСТ IEC 62368-1*.

7.10.9 Защита от опасностей, связанных с окружающей средой

7.10.9.1 Общие положения

СНЭЭБ должна быть спроектирована таким образом, чтобы предотвращать опасные условия, даже если она подвергается условиям, указанным в 7.10.9.2 и 7.10.9.3.

7.10.9.2 Воздействие попадания влаги

СНЭЭБ должна быть спроектирована так, чтобы предотвратить воздействие попадающей влаги.

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.9.2.

Для СНЭЭБ категории S-U код IP по *ГОСТ 14254* должен быть не ниже IPX4.

7.10.9.3 Воздействие морской среды

В случае установки в морской среде СНЭЭБ должна быть спроектирована так, чтобы не приводить к опасным событиям во время или после воздействия морской среды (например, соляной туман).

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.9.3.

7.11 Предохранительные и защитные меры

7.11.1 Общие положения

В дополнение к безопасной в своей основе конструкции СНЭЭБ, описание которой приведено в 7.10, в СНЭЭБ следует использовать предохранительные и защитные меры. Минимальные требования по предохранительным и защитным мерам приведены в настоящем разделе.

Неотъемлемой частью безопасной работы СНЭЭБ является контроль доступа, и в конструкцию системы должны быть включены соответствующие блокировки и ограничения доступа неавторизованного персонала. При наличии опасности дополнительно должна быть предусмотрена защитная блокировка доступа оператора в эти зоны.

Подсистема контроля в *ПЭАЭ* должна контролировать все необходимые параметры безопасности батареи в соответствии с требованиями применимых стандартов, направляя эти параметры в подсистему управления.

Для СНЭЭБ, расположенных в тех местах, где возможен прямой контакт с неквалифицированным персоналом, IP-код по *ГОСТ 14254* должен быть не ниже IP2X.

7.11.2 Выключение и изолирование СНЭЭБ

7.11.2.1 Общие положения

В дополнение к рабочим состояниям, которые определены в 7.5 *ГОСТ Р 58092.5.1—2018*, в настоящем стандарте определено нерабочее состояние (условие изоляции для *ТО*). Условие изоляции для *ТО* — это состояние системы, которое обеспечивает безопасную работу с силовыми цепями постоянного тока и *ПЭАЭ*.

7.11.2.2 Отключенное от сети состояние

Применяют общие требования, которые описаны в *ГОСТ Р 58092.5.1*. Кроме того, следует использовать изолирующие устройства, чтобы локальное ручное управление перекрывало удаленное управление. Изолирующие устройства должны быть заблокированы в отключенном состоянии.

7.11.2.3 Остановленное состояние

При переходе в остановленное состояние система выполняет последовательность выключения, которая включает в себя отключение *ПЭАЭ* от *ППЭ* и отключение *ППЭ* от основного соединительного вывода. Остановленное состояние может быть результатом обычной команды или команды события аварийного отключения. Вспомогательное питание присутствует для упрощения последовательности автоматического включения или для питания систем контроля. Это состояние, как правило, достигается с помощью контакторов или автоматических выключателей. Во время остановленного состояния возможность самопроизвольного включения или недостаточной изоляции для работников на месте должна быть сведена к минимуму.

7.11.2.4 Изолированное состояние для технического обслуживания

В изолированном состоянии для проведения *ТО* должна быть обеспечена безопасность работы, по крайней мере, с силовыми цепями постоянного тока и аккумулирующей составляющей системы. В зависимости от места в СНЭЭБ, которое должно быть обслужено, допускается выбрать ее полную (см. рисунок 3) или частичную изоляцию со стороны постоянного тока. СНЭЭБ должна быть заблокирована в изолированном состоянии локально или с помощью съемного разъединяющего устройства так, что она может быть подключена только уполномоченным персоналом после завершения процедуры обслуживания. Чтобы привести СНЭЭБ в изолированное состояние, сначала ее следует перевести в остановленное состояние, как определено выше. Затем она должна быть переведена в отключенное от сети состояние и заблокирована в нем, после чего она должна быть надежно изолирована (поддерживая при этом в активном состоянии любой источник питания подсистем СНЭЭБ, связанных с безопасностью).

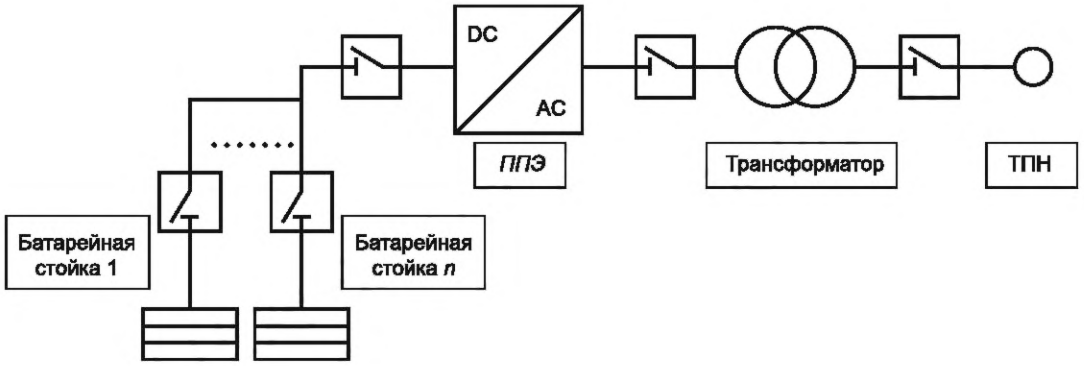

Рисунок 3 — Пример изолированного состояния (полная изоляция СНЭЭБ)

Визуальная видимость изолированного состояния должна быть обеспечена с помощью блокируемого изолирующего устройства в соответствии с требованиями национального законодательства.

Процедура изоляции системы должна:

- разрешать отключение системы пожаротушения, если выпуск агента пожаротушения может быть вредным для персонала, работающего внутри СНЭЭБ или рядом с ней;
- позволять системам обнаружения пожара, системам НВКВ, освещения и инженерных сетей оставаться в рабочем состоянии, чтобы обеспечить безопасные и комфортные условия труда.

Инструкции по изоляции системы должны:

- быть постоянно размещены в СНЭЭБ в одном месте, которое легко доступно специалисту, осуществляющему изоляцию системы;
- содержать четкие инструкции и проверки для достижения полной изоляции системы и ее подтверждения;
- содержать четкие инструкции по возврату системы в рабочее (остановленное) состояние. Изолирующие устройства, указанные в инструкциях, должны быть четко обозначены.

7.11.3 Другие предохранительные и защитные функции СНЭЭБ

7.11.3.1 Защита от поражения электрическим током

Защитные устройства и электрические цепи должны быть правильно рассчитаны для защиты электрических цепей от коротких замыканий.

ПЭАЭ (внутри накопителя энергии) должны быть снабжены защитной функцией для прерывания или ограничения токов короткого замыкания.

Защита от замыкания на землю должна поддерживаться как со стороны переменного, так и со стороны постоянного тока *ППЭ*. Об обнаружении замыкания на землю следует сообщать операторам. Эта защита является обязательной, если стороны переменного и постоянного тока электрически изолированы от распределительной сети. Защита со стороны постоянного тока не требуется для БСНН батареи.

СНЭЭБ должна защищать батареи от перезаряда и импульсного напряжения, в том числе при единичных неисправностях в зарядном устройстве. Защита может быть достигнута выключением зарядного устройства, прерывая ток заряда, или применением варистора. Если происходит перезаряд, операторы должны быть оповещены с помощью как звуковых, так и визуальных сигналов.

Номинальные параметры заменяемого предохранителя должны быть отмечены на держателе предохранителя или рядом с ним, чтобы они были очевидны, даже если предохранитель удален. Другую необходимую информацию, такую как временная задержка I^2t или отключающая способность, следует указывать в паспорте. Процедура замены предохранителя должна быть описана в информации по безопасности конструкции и функциям СНЭЭБ, установленным в 7.12.

Условия перегрузки по току в *ПЭАЭ* должны быть сообщены операторам.

Цепи ограничения тока должны быть спроектированы таким образом, чтобы пределы не превышались при нормальных условиях эксплуатации и в случае единичного отказа в оборудовании. Если возникает сверхток, это следует сообщать операторам.

Непреднамеренное обособление СНЭЭБ следует рассматривать в соответствии с 6.2.8 *ГОСТ Р 58092.5.1—2018*.

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.1.1 и 8.2.1.2.

7.11.3.2 Защита от механических повреждений

Корпуса СНЭЭБ, обеспечивающие защиту от доступа к опасным частям, должны быть достаточно прочными, чтобы предотвратить механическое повреждение при возможном механическом воздействии.

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.2.1 и 8.2.2.2.

7.11.3.3 Защита от взрыва

В СНЭЭБ категорий V-L/S-O/C-A, C-B, C-D и C-Z на месте нахождения СНЭЭБ должны быть предусмотрены системы обнаружения горючих газов, генерируемых *ПЭАЭ*. Об обнаружении горючего газа следует сообщать операторам как звуковыми, так и визуальными сигналами. В соответствии с требованием настоящего стандарта СНЭЭБ не может быть установлена на площадке без систем обнаружения горючих газов, что должно быть отмечено в руководствах по установке.

СНЭЭБ категорий V-L/S-U/C-A, C-B, C-D и C-Z должны иметь соответствующие обозначения для идентификации зон ограниченного доступа, связанных с возможностью выхода из СНЭЭБ горючих газов.

СНЭЭБ категорий V-H/S-O/C-A, C-B, C-D и C-Z должны быть снабжены собственными системами обнаружения горючих газов, генерируемых *ПЭАЭ*. Об обнаружении горючего газа следует сообщать (операторам) как звуковыми, так и визуальными сигналами. Процедура обращения с системами обнаружения должна быть описана в документации системы, как установлено в 7.12.

В СНЭЭБ категорий V-H/S-U/C-A, C-B, C-D и C-Z путь выходящих горючих газов должен быть идентифицирован и задокументирован в руководстве по установке. Вокруг выпускного отверстия для горючего газа должны быть установлены соответствующие указатели для обозначения зоны ограничения. Информация о пути прохождения выходящих горючих газов должна быть предоставлена поставщиком владельцу.

В СНЭЭБ категории C-A, C-B, C-D и C-Z *ПЭАЭ* могут выделять водород. Во избежание взрыва или возгорания СНЭЭБ во время любых инцидентов не должна иметь никаких источников возгорания, если содержание водорода может быть более 4 % (нижний предел взрываемости водорода).

Для СНЭЭБ категорий V-H/C-A, C-B, C-D и C-Z должны быть применены соответствующие надежные и/или избыточные средства для предотвращения скопления горючего газа внутри СНЭЭБ.

СНЭЭБ категорий V-L/S-O/C-A, C-B, C-D и C-Z должны быть расположены на площадке с соответствующими системами вентиляции.

СНЭЭБ категорий V-H/S-O/C-A, C-B, C-D и C-Z должны быть установлены с соответствующими системами вентиляции, как предусмотрено в следующих положениях:

- вентиляционные системы должны поддерживать надлежащую температуру внутри корпуса;
- при отсутствии надлежащего объема естественной вентиляции должны быть обеспечены системы принудительной вентиляции;
- вентиляционные отверстия должны быть спроектированы и установлены таким образом, чтобы предотвратить распространение огня и попадание воды.

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.3.1—8.2.3.3.

7.11.3.4 Защита от пожара

Опасность пожара может возникнуть в результате чрезмерных температур, либо при нормальных условиях эксплуатации, либо из-за перегрузки, повреждения компонентов, разрушения изоляции или утраты соединений. Пожары, возникающие внутри оборудования, не должны распространяться за пределы непосредственной близости от источника пожара и не должны наносить ущерб окружающей среде или оборудованию.

СНЭЭБ категории S-O должна иметь собственную систему обнаружения пожара, пожарную сигнализацию с использованием как звуковых, так и визуальных сигналов, а также огнетушители в пределах местоположения СНЭЭБ. Если *ПЭАЭ* имеет дверь, то она должна быть огнезащитного исполнения.

СНЭЭБ категории S-U должна иметь систему обнаружения пожара, пожарную сигнализацию с использованием как звуковых, так и визуальных сигналов, а также огнетушители в безопасном и легкодоступном месте.

Сигнал обнаружения пожара, отправленный из системы обнаружения пожара, где это применимо, должен передаваться пожарным службам с данными о местоположении через сеть связи и систему пожаротушения, через реле и приемники безопасности.

При наличии системы пожаротушения, если обнаружен пожар, она должна работать автоматически, одновременно включая пожарную сигнализацию.

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.5.

7.11.3.5 Защита от температурных опасностей

СНЭЭБ может иметь одну или несколько критических температур, которые следует определить. В соответствии с установленными критическими температурами (например, температуры поверхности прикосновения, температуры силового электронного компонента и температуры *ПЭАЭ*) должны быть приняты меры безопасности, чтобы избежать достижения этих температур в СНЭЭБ.

Компоненты, связанные с безопасностью (например, определенные датчики), должны иметь известную надежность.

Операторы должны иметь возможность контролировать температуру внутренней атмосферы корпуса системы и температуру подсистем в СНЭЭБ.

Операторы должны иметь возможность контролировать рабочее состояние подсистем вентиляции, и им следует сообщать об обнаружении ненадлежащего состояния.

Если контролируемая(ые) температура(ы) превышает(ют) пределы, установленные изготовителем, об этом следует сообщать операторам.

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.6.1—8.2.6.3.

7.11.3.6 Защита от химического воздействия

Должны быть предусмотрены локализация и/или нейтрализация разлитых опасных жидкостей. Методы, используемые для локализации, должны быть достаточными для удержания максимального количества жидкости, которое может произойти, а если система находится на улице, то должна быть предусмотрена защита от случайного заполнения дождем. Инструкции, касающиеся обеспечения подходящей локализации и нейтрализации разливов, должны быть предоставлены изготовителем системы вместе с инструкциями по установке.

Для СНЭЭБ категории C-D должно быть предусмотрено автоматическое обнаружение утечки, указывающее на выброс опасных жидкостей.

Для СНЭЭБ категории E-S/S-O на площадке СНЭЭБ должна быть предусмотрена система обнаружения токсичных газов, генерируемых *ПЭАЭ*. Об обнаружении токсичных газов следует сообщать операторам с помощью как звуковых, так и визуальных сигналов. В руководствах по установке должно быть указано, что СНЭЭБ не должна быть установлена на площадке без систем обнаружения токсичных газов.

Для СНЭЭБ категории E-S/S-U на площадке, на которой находится СНЭЭБ, или непосредственно на СНЭЭБ должны быть предусмотрены соответствующие указатели для обозначения зоны ограниченного доступа, связанные с возможным выходом из СНЭЭБ токсичных газов.

В СНЭЭБ категории E-L/S-O должна быть предусмотрена собственная система обнаружения токсичных газов, генерируемых *ПЭАЭ*. Об обнаружении токсичных газов следует сообщать операторам с помощью соответствующих предупреждений и сигналов (например, звуковых и визуальных). Руководства по установке должны включать информацию о том, как обращаться с системой обнаружения токсичных газов.

Для СНЭЭБ категории E-L/S-U путь отработавших токсичных газов должен быть идентифицирован и задокументирован в руководстве по установке. Вокруг места выхода должны быть установлены соответствующие указатели для обозначения зоны ограниченного доступа. Информация о пути прохождения отработавших токсичных газов должна быть предоставлена поставщиком владельцу.

Для СНЭЭБ категории S-O должны быть предусмотрены меры по снижению концентрации газа, чтобы защитить рабочее пространство от высокого содержания токсичных газов, выделяемых из *ПЭАЭ* в СНЭЭБ.

СНЭЭБ категории E-S/S-O должны быть расположены на площадках, где предусмотрены меры защиты от вышеуказанных опасностей, такие как (но не ограничиваясь):

- устранение образования опасных химических веществ;
- разбавление опасных химических веществ;
- сбор опасных химических веществ (например, в мокром газоочистителе от опасных газов);
- ограничение доступа человека.

СНЭЭБ категории E-L/S-O должны быть установлены с защитными мерами, описанными выше.

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.7.1—8.2.7.3.

7.12 Информация для конечных пользователей

Для конечных пользователей и заинтересованных сторон должна быть доступна следующая информация по безопасности:

- предупреждающие знаки и сигналы (включая любые ограничения доступных для контакта сред, подтвержденные проверкой и испытаниями, перечисленными в 8.2.9);
- таблички и маркировка, которые четко показывают любую опасную часть СНЭЭБ;
- предупреждающие устройства (звуковые извещатели и визуальные сигналы) и т. п.;
- последовательная диаграмма конструкций безопасности, которая должна быть описана с помощью методов, установленных в соответствующем стандарте (например, *ГОСТ Р МЭК 60617)*;
- описание конструкции и функций безопасности СНЭЭБ.

В инструкциях по установке СНЭЭБ, если она поставляется с *ПЭАЭ*, должна быть предоставлена соответствующая информация о требуемом расходе воздуха для помещений *ПЭАЭ* (информация о предупредительных знаках, касающихся безопасности СНЭЭБ, приведена в приложении F.

Кроме того, должна быть предоставлена вся необходимая информация в соответствии с нормативно-технической документацией.

7.13 Управление безопасностью по жизненному циклу

7.13.1 Эксплуатация и обслуживание

7.13.1.1 Общие положения

Каждая сторона, которая несет ответственность за эксплуатацию и *ТО*, должна информировать работников о том, что при работе рядом с СНЭЭБ они должны соблюдать меры собственной безопасности. Ненадлежащие эксплуатация и/или обслуживание могут привести к пожару, отравлению газом и поражению электрическим током. Все заинтересованные стороны должны руководствоваться требованиями по защите от такого рода рисков. Наиболее оптимально при этом, если СНЭЭБ будут работать автоматически и дистанционно через информационные сети.

Ожидается, что большинство СНЭЭБ будут работать автоматически и дистанционно через информационные сети на протяжении десятилетий. В течение этого времени детали СНЭЭБ будут заменяться при регулярном плановом профилактическом обслуживании, например мероприятий по плану *ТО*, при мониторинге состояния системы, при частичной замене подсистем или компонентов при изменении конструкции из-за старения.

Примечание — Замена должна учитывать возможное вторичное использование.

Доступность оригинальных запасных частей для ремонта и замены может быть ограничена, либо они могут быть недоступны, что приводит к необходимости использования совместимых деталей. Перед установкой запасных частей должна быть подтверждена их безопасность с точки зрения безопасности системы, потому что комбинации этих частей или подсистем имеют большое значение для контроля состояния СНЭЭБ.

Для обеспечения безопасности работников во время процесса обслуживания на месте установки СНЭЭБ любые изменения, внесенные ими, не должны перезаписываться до завершения процесса обслуживания удаленными действиями работников, находящихся за пределами места обслуживания.

7.13.1.2 План эксплуатации и технического обслуживания

Должен быть подготовлен план аварийного реагирования для обеспечения безопасности при эксплуатации и *ТО*, который должен включать требования настоящего раздела.

Руководство по безопасности должно включать, как минимум, описание методов оповещения о проблемах функционирования СНЭЭБ, предупреждения местных пожарных служб, работников и окружающих жителей, а также правильного использования изолированных инструментов.

При регулировке оборудования, находящегося под напряжением с помощью отвертки или аналогичного инструмента, должна быть обеспечена защита от поражения электрическим током или опасности возникновения энергии, вызванной непреднамеренным прикосновением к участкам, находящимся под напряжением. В конструкции защиты должны быть меры, исключающие возможность случайного прикосновения инструментом к опасным деталям.

Руководство по эксплуатации и *ТО* должно быть предоставлено владельцу СНЭЭБ или назначенному им агенту и включать, но не ограничиваться, следующие вопросы:

a) как поддерживать безопасность во время *ТО* (включая инструкции по технике безопасности и спецификации необходимых *СИЗ* для различных операций *ТО*);

b) методы обнаружения, управления и контроля пожара, взрыва и удержания токсичных газов и т. д., включая возможности для отвода газов наружу в аварийной ситуации;

c) запрещенные рабочие процессы, например:
- запрет на перезаряд,

- запрет чрезмерного разряда (чтобы избежать инверсии полярности),
- запрет заряда или разряда при превышении предела рабочей температуры, установленного изготовителем;

d) номер(а) экстренной связи;

e) вопросы безопасности, которые должны быть доведены до сведения широкого круга лиц (например, запретная зона вокруг СНЭЭБ);

f) как пользоваться подсистемами безопасности;

g) как использовать подсистемы защиты;

h) процедуры блокировки и разблокировки всех подсистем защиты;

i) спецификация и идентификация опасных частей СНЭЭБ.

Примечание — Эти требования не препятствуют описанию других необходимых вопросов безопасности в каких-либо руководствах и рекомендациях.

Информация, касающаяся конструкции и процессов установки, неизменно должна быть в наличии, проверяться во время процессов обслуживания и может включать в себя следующее:

1) компоненты СНЭЭБ, которые часто работают под автоматическим и/или дистанционным управлением;

2) отказы и/или неисправности, которые могут быть вызваны проникновением почвы, ростом растений, засорением фильтра или труб и т. д.;

3) графики очистки и замены расходных материалов, которые должны быть включены в план эксплуатации и ТО;

4) информация о проектной или конструктивной безопасности, которая должна быть предоставлена пользователям поставщиком или изготовителем и включать (но не ограничиваться):

- все параметры подсистем, связанных с безопасностью,
- сочетание подсистем и программного обеспечения, которые могут повлиять на безопасность системы при использовании эквивалентных (заменяющих) устройств,
- примеры произошедших аварий, вопросы с качеством, связанные с заменой устройств, которые могут расцениваться как эквивалентные,
- точность измерения и условия установки датчиков,
- чувствительность и условия установки газовых датчиков.

Пользователю должна быть предоставлена информация о любых условиях, необходимых для обеспечения того, чтобы при использовании в соответствии с предписаниями поставщика оборудование не представляло опасность.

Если необходимо принять особые меры предосторожности, чтобы избежать опасности при эксплуатации, установке, обслуживании, транспортировании или хранении оборудования, то следует предоставить соответствующие инструкции.

7.13.1.3 Плановое обслуживание

Изготовитель или системный интегратор должен разрабатывать график периодического *ТО*, в который следует включать рассмотрение вопросов частоты использования, влияние времени и окружающей среды. *ТО* должно включать систему в целом, каждую подсистему и устройства подсистем.

Регулярное плановое *ТО*, такое как чистка и доступная для пользователя замена расходных материалов совместно с мониторингом системы, является ключевым компонентом безопасности с точки зрения системы. Текущее *ТО* требуется в тех случаях, когда периодичность планового *ТО* может не обеспечить выявления нарушения целостности системы (как, например, попадание воды или почвы из-за неожиданных погодных условий, или если животные повреждают целостность корпуса системы).

При длительном использовании следует учитывать неисправности и ухудшение рабочих характеристик компонентов и/или частей системы или подсистем, причем возможно без явных признаков, например автоматических выключателей, фонарей, вентиляторов. Функции отключения цепи могут не работать, когда кабели от обоих контактов автоматического выключателя сварены вместе, неисправности ламп и вентиляторов могут быть заметны только после их активации. Измерение и мониторинг работоспособности системы, описанные в 7.13.1.4, следует рассматривать как повышающие безопасность СНЭЭБ.

Руководства по безопасности для эксплуатации и *ТО* СНЭЭБ в соответствии с требованиями 7.13.1.2 следует использовать работникам под наблюдением обученных операторов и/или обслуживающего персонала.

7.13.1.4 Измерение и мониторинг состояния системы

Существенное значение для проведения планового и текущего *ТО* имеют измерение и мониторинг работоспособности системы. Применение элементов, которые являются частью измерения и мониторинга испытания на работоспособность системы, должно быть обоснованным, с учетом инцидентов в прошлом и анализа рисков с использованием АДО, АВПКО и т. п. Должно быть рассмотрено обнаружение неисправностей и снижения рабочих характеристик. В большинстве случаев системы СНЭЭБ, по всей вероятности, будут эксплуатироваться дистанционно без специально обученных операторов. В таких случаях работоспособность СНЭЭБ также должна контролироваться также дистанционно.

Все параметры, которые сочтены значимыми для состояния системы во время анализа риска, следует измерять и контролировать, а зарегистрированная информация должна быть доступной для операторов (например, напряжение, ток, температура, степень заряженности и т. д.).

Чтобы иметь представление относительно того, в каком состоянии находится батарея с точки зрения безопасности, необходимо контролировать параметры как во время работы, так и после ее выключения. Например, даже после отключения от сети существует возможность теплового разгона внутри батареи. Удаленный мониторинг работоспособности СНЭЭБ должен продолжаться и после ее отключения.

Функции мониторинга и контроля для обнаружения ненормального состояния СНЭЭБ должны постоянно поддерживаться при автоматическом и/или дистанционном управлении.

7.13.1.5 Обучение персонала

Для СНЭЭБ категории E-S любое требование этого пункта следует применять к обучению только обслуживающего персонала поставщиков СНЭЭБ.

Для СНЭЭБ категории E-L любое требование этого пункта следует применять к обучению персонала, как поставщиков, так и операторов СНЭЭБ, в соответствии с результатом процесса оценки риска (см. раздел 6).

Обучение персонала должно включать в себя навыки безопасности и информацию, необходимую для осуществления конкретных действий. На этапе установки поставщик СНЭЭБ и изготовитель подсистемы должны предоставить владельцу, установщику и оператору руководства по эксплуатации и технике безопасности, в которых должно быть приведено описание разрешенных и запрещенных операций.

Обучающие методические рекомендации и руководства должны быть подготовлены поставщиком с использованием информации, указанной в 7.12, и включать (но не ограничиваться):

- процедуру эвакуации;
- руководство по эвакуации;
- данные об использовании на ранней стадии пожара огнетушителя или, при наличии, систем пожаротушения;
- информационный обмен;
- инструкции по использованию основных средств защиты (например, приборы для защиты, средства защиты, включая *СИЗ*, и паспорта безопасности основных химических веществ подсистем СНЭЭБ);
- информацию о том, как сохранять и записывать знания для предотвращения ожогов, поражения электрическим током;
- меры защиты и логику управления СНЭЭБ;
- методы работы с соблюдением техники безопасности;
- процедуры блокировки и разблокировки всех подсистем защиты.

Изготовитель должен предоставить руководство, в котором содержатся требования к компетенции и уровню авторизации персонала, ответственного за эксплуатацию устройства или системы безопасности. Руководство должно быть учтено в требованиях к обучению операторов или полномочиях, необходимых для входа в зоны ограниченного доступа.

7.13.2 Частичное изменение системы

При частичном изменении системы следует проверить совместимость и соответствие деталей. Должны быть проанализированы любые изменения, которые могут ухудшить уровень безопасности СНЭЭБ. Кроме того, случай перемещения СНЭЭБ также должен быть рассмотрен как аналогичный описанным выше изменениям.

Безопасность СНЭЭБ должна быть заново оценена в следующих ситуациях:

- когда СНЭЭБ перемещена или переустановлена на другом месте;

- при изменениях непосредственно в системе (например, ухудшение качества в результате старения, процесса переустановки, разборки, транспортирования и сборки), включая любые изменения в СНЭЭБ на протяжении всего срока ее службы (т. е. деталей и материалов для ремонта); должно быть подтверждено, что в результате произведенных изменений безопасность системы не повреждена;
- изменениях, которые требуется внести в результате отказа системы или компонента или другого инцидента, способного повлиять на безопасность и целостность СНЭЭБ;
- изменениях в применении СНЭЭБ;
- изменениях внешней среды, которые включают (но не ограничиваются): температуру, влажность, фундамент здания, ливневую среду, вентиляцию, противопожарную защиту и окружающую среду.

Должно быть уделено внимание:

- списку заменяемых пользователем частей СНЭЭБ;
- изменениям в рабочих характеристиках и эффективности СНЭЭБ;
- жестким условиям окружающей среды (значительные изменения температуры), если СНЭЭБ находится там, где может быть существенен сопутствующий ущерб (большое здание, торговый центр и т. д.);
- химическим рискам, которые могут привести к ухудшению или повреждению аккумуляторных батарей, вызванным транспортированием, и которые должны быть минимизированы во время перемещений и связанных с ними установок на новом месте;
- записям о *ТО*, которые следует делать при каждом перемещении.

7.13.3 Пересмотр конструкции

Предполагается, что СНЭЭБ будет работать долговременно. В течение срока службы система будет претерпевать изменения вследствие устаревания компонентов, обновленных или новых технологий, изменений окружающей среды, изменений на рынке или в законодательстве. В связи с этим следует соответствующим образом пересматривать с системной точки зрения меры по обеспечению безопасности. Таким образом, проверку безопасности конструкции следует проводить не только на начальной стадии проектирования, но и каждый раз, когда в проект вносят изменения. Анализ риска должен быть основным аспектом как первоначальной безопасности конструкции, так и любого перепроектирования.

При разработке плана безопасности и программы перепроектирования анализ риска и АВПКО должны быть повторены заново. Однако в зависимости от уровня изменений может потребоваться проведение АВПКО, как только в той части системы, где были внесены изменения, так и в тех областях всей системы, которые затронуты.

На рисунке 4 показано рассмотрение безопасности конструкции СНЭЭБ при внесении изменения. При замене целых подсистем или их компонентов, которые подтверждены соответствующими техническими стандартами, могут возникать риски безопасности, в частности на уровне системы, что может привести к несовместимости энергоемкости и/или рискам использования СНЭЭБ в целом и к появлению опасности на уровне системы. По возможности, при замене подсистем следует использовать технически идентичные подсистемы или компоненты.

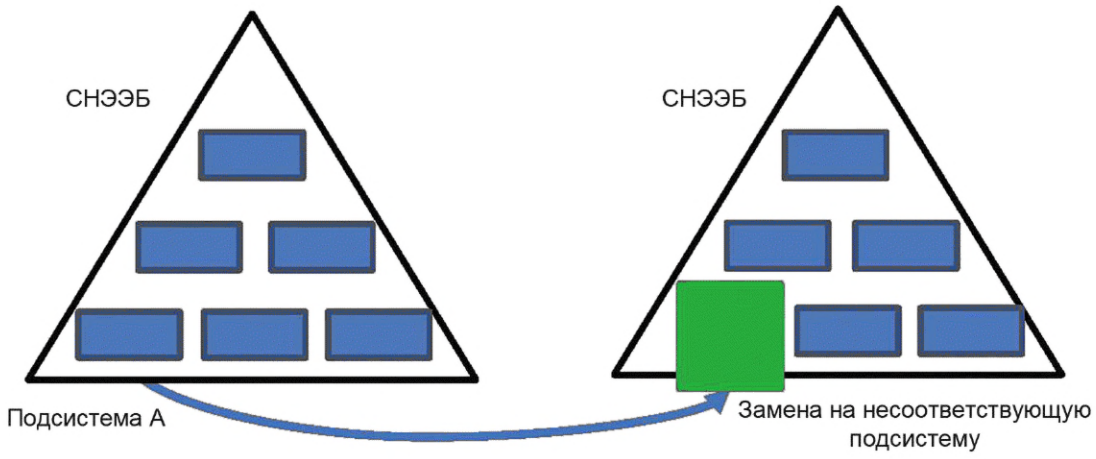

Рисунок 4 — Несовместимость энергоемкости и/или использования в СНЭЭБ

Примеры несовместимости, которые могут возникнуть в результате изменений системы, приведены в таблице 4.

Таблица 4 — Примеры несовместимости, которые могут возникнуть в результате изменений системы

Изменение	Несовместимость
Модернизация *ПЭАЭ*	Прочность здания, огнетушитель, НВКВ
Модернизация *ППЭ*	НВКВ, электромагнитная совместимость других подсистем и т. д.
Изменение использования СНЭЭБ (арбитраж регулирования частоты) и/или обновление контроллера системы	Батарея, требования к возможностям охлаждающей способности других подсистем и т. д.

Спецификации подсистем НВКВ и огнетушителей должны быть определены с учетом полностью выясненной разницы в окружающей среде при перемещении.

Перемещение СНЭЭБ должно быть выполнено с использованием того же процесса, который использован при первоначальном(ой) строительстве или установке.

7.13.4 Управление окончанием срока службы

СНЭЭБ должна быть спроектирована так, чтобы в конце срока службы ее можно было безопасно разбирать на отдельные подсистемы или компоненты. С демонтированными подсистемами или компонентами следует обращаться согласно соответствующим стандартам, инструкциям изготовителя и нормам национального законодательства.

7.13.5 Меры по проверке управления безопасностью жизненного цикла

Соответствие требованиям 7.13.1—7.13.4 подтверждают соответствующими аттестациями. В приложении Е приведена информация о передовой практике для такого рода аттестаций.

8 Проверка и испытание системы

8.1 Общие положения

Испытания СНЭЭБ проводят для проверки безопасности и эффективности конструкции СНЭЭБ, безопасной в своей основе, как указано в 7.10, и предохранительных и защитных мер согласно положениям 7.11. На программу испытаний будут влиять энергетические параметры (т. е. напряжение и энергоемкость), местоположение установки (например, управление снаружи или изнутри), технология (например, свинцово-кислотная) и возможные воздействия (в частности, для применения в жилых помещениях). Так, например, программа испытаний литий-ионной СНЭЭБ напряжением 240 В, энергоемкостью 1 кВт·ч для частного использования внутри помещений строится иначе, чем программа для большой сложной коммунальной системы, состоящей из нескольких частей, каждая из которых не является СНЭЭБ, пока они не установлены все вместе на месте.

Серийно производимые СНЭЭБ для жилых частных помещений, как правило, размещают в одном корпусе, и их оценивают, как правило, аналогично бытовым устройствам, которые подвергают программе типовых испытаний, с ПИЗ при производстве перед отправкой с предприятия-изготовителя и, возможно, с некоторыми незначительными ПИМ. Сложная, уникально спроектированная коммунальная система будет иметь свои основные компоненты или подсистемы, проверенные как части по стандартным критериям подсистемы. Компоненты должны подвергаться ПИЗ. Чтобы оценить СНЭЭБ в целом, ПИМ, как правило, должны быть более комплексными, т. к. СНЭЭБ не является системой как таковой, пока она не будет собрана и введена в эксплуатацию на месте установки.

Программа типовых испытаний системы должна охватывать все аспекты, связанные с безопасностью. Если компоненты системы уже оценены в соответствии со стандартами аккредитованным испытательным центром, повторное испытание этих компонентов в рамках типовых испытаний СНЭЭБ не требуется.

В дополнение к типовым испытаниям каждая отдельная СНЭЭБ (или основные компоненты или подсистемы системы) должна быть подвергнута ПИЗ, а затем вся СНЭЭБ в сборе должна быть оценена с помощью ПИМ после ее установки и до введения в эксплуатацию.

ПИЗ должны охватывать, как минимум, следующее:

- наличие и проверку правильности номиналов предохранителей и прерывателей;

- наличие и проверку правильности работы устройств защитного отключения, мониторов изоляции и датчиков замыкания на землю;

- наличие и проверку правильности работы автоматических и ручных разъединителей.

ПИЗ СНЭЭБ допускается выполнять с частично установленным батарейным блоком или фиктивной батареей, если компоненты батарейного блока подверглись отдельным ПИЗ.

СНЭЭБ может быть установлена на месте планируемой эксплуатации, только если выполняется одно из следующих условий:

- система проходит все испытания во время ПИЗ;

- система проходит большинство испытаний во время ПИЗ, и оставшиеся из испытаний могут быть проведены во время установки на месте и повторно во время ПИМ без негативного влияния на ситуацию безопасности.

После установки СНЭЭБ подвергают ПИМ, которые должны включать, как минимум, следующее:

a) проверку и измерение сопротивления заземления;

b) надлежащую работу устройств защитного отключения, контроля изоляции, датчиков замыкания на землю, автоматических и ручных разъединителей;

c) установку, соответствующую требованиям;

d) проверку электрических, механических и жидкостных соединений, выполненных на месте установки;

e) полный ввод в эксплуатацию согласно руководству, анализу рисков и нормам, действующим в определенном регионе.

Во время ПИМ для окончательного утверждения/разрешения системы и обучения могут быть привлечены местные инспекторы, сотрудники пожарной охраны и представители служащих правительственных учреждений.

Кроме того, следует применить общие требования, которые установлены в разделе 8 *ГОСТ Р 58092.5.1—2018*.

Должна быть проверена настройка взаимодействия между ключевыми подсистемами СНЭЭБ в целом.

Некоторые из предписанных проверок и испытаний системы могут быть отменены при условии, что в оценке риска четко отражено, что цели безопасности, обеспечиваемые отмененными мерами, достигнуты даже без применения соответствующей меры.

В таблице 5 приведена сводка проверок и испытаний СНЭЭБ.

Таблица 5 — Сводка проверок и испытаний СНЭЭБ

Испытание	Структурный элемент настоящего стандарта	Ссылочный стандарт	Требуемые испытания		
			Типовое	ПИЗ	ПИМ
Электрические опасности:	8.2.1				
Защита от короткого замыкания	8.2.1.1	—	X	—	—
Защита от перезаряда, заряда большим током и замыканий на землю	8.2.1.2	—	X	—	X
Защита от импульсного напряжения	8.2.1.3	*По ГОСТ Р МЭК 60664.1*	X	—	—
Диэлектрические испытания	8.2.1.4	*По ГОСТ Р МЭК 60664.1*	X	X*	X*
Сопротивление изоляции	8.2.1.5	*По ГОСТ Р 50571.16*	X	X	X
Проверка системы заземления	8.2.1.6	*По ГОСТ IEC 62368-1, см. [2]*	X*	—	X*
Антиизолирование	8.2.1.7	—	X*	X*	X*
Механические опасности:	8.2.2				
Ударопрочность	8.2.2.1	*См. [1]*	X	—	—
Прочность корпуса против статического усилия	8.2.2.2	*См. [1]*	X	—	—

Окончание таблицы 5

Испытание	Структурный элемент настоящего стандарта	Ссылочный стандарт	Требуемые испытания		
			Типовое	ПИЗ	ПИМ
Удары и вибрация во время транспортирования и сейсмических событий	8.2.2.3	—	—	—	X
Взрывобезопасность	8.2.3				
Спецификация горючего газа	8.2.3.1	—	X	—	—
Обнаружение газа	8.2.3.2	*По ГОСТ IEC 60079-29-1, ГОСТ IEC 60079-29-2, ГОСТ IEC 60079-29-3, ГОСТ Р 52350.29.4*	X	X*	X*
Вентиляция	8.2.3.3	*По ГОСТ 31610.7, ГОСТ 31610.13*	—	X*	X*
Электромагнитная совместимость	8.2.4	*По ГОСТ IEC/TS 61000-1-2*[1)], *ГОСТ IEC 61000-6-7, ГОСТ Р 50571-4-44*	X	—	—
Пожарная опасность (распространение)	8.2.5	*По ГОСТ Р МЭК 62619*	X	X*	X*
Температурные опасности	8.2.6				
Контроль температуры	8.2.6.1	—	X*	—	X
Ненормальная работа подсистем вентиляции	8.2.6.2	—	X	—	X
Испытание на температуру при нормальной эксплуатации	8.2.6.3	—	X	—	X
Химические опасности	8.2.7				
Спецификация токсичных жидкостей	8.2.7.1	—	X	—	—
Обнаружение жидкостей	8.2.7.2	—	X	X*	X*
Меры защиты от опасной жидкости	8.2.7.3	—	X	X*	X*
Опасности, связанные с неисправностями вспомогательной подсистемы, подсистемы управления и коммуникации	8.2.8	*По ГОСТ Р 58092.5.1*	X	—	X*
Опасности, связанные с окружающей средой	8.2.9				
Воздействие попадания влаги	8.2.9.2	*По ГОСТ 14254*	X	X	X
Воздействие морской среды (соляной туман)	8.2.9.3	*См. [5]*	X	—	—
Класс защиты IP корпуса СНЭЭБ и защитные ограждения	8.2.10	*По ГОСТ 14254*	X	—	—

Примечания

1 Подробные условия применяемых испытаний «X*» приведены в указанных пунктах.

2 Подробные детали испытаний и процедуры ПИМ могут быть приняты при рассмотрении конкретной конструкции системы СНЭЭБ.

[1)] *IEC/TS 61000-1-2:2008 заменен на IEC 61000-1-2:2016.*

8.2 Проверка и испытания СНЭЭБ

8.2.1 Электрические опасности

8.2.1.1 Защита от разряда большим током (короткого замыкания)

Цепи постоянного тока СНЭЭБ должны быть защищены от короткого замыкания (или имеется защита от короткого замыкания) на стороне как переменного тока, так и постоянного тока. Каждая *ПЭАЭ* должна быть защищена от короткого замыкания, и каждая *ППЭ* должна быть защищена от короткого замыкания в отношении цепей постоянного тока. После подачи соответствующих смоделированных сигналов защита от короткого замыкания должна срабатывать, чтобы предотвратить повреждение СНЭЭБ, которое может привести к возникновению опасных условий. Защита от короткого замыкания должна работать в соответствии с конструкцией.

8.2.1.2 Защита от перезаряда, заряда большим током и замыканий на землю

После установки СНЭЭБ должна быть испытана соответствующими смоделированными сигналами, чтобы определить, отключается ли цепь заряда согласно конструкции, когда в *ПЭАЭ* обнаружено следующее: состояние перезаряда, заряд большим током, или при замыкании на землю для всей СНЭЭБ.

В качестве проверки при проведении типовых ПИЗ средств управления защитой (для СНЭЭБ категории V-L), при выполнении ПИМ после установки СНЭЭБ (для СНЭЭБ категории V-H), во время нормальной работы заряда СНЭЭБ, соответствующими смоделированными сигналами для событий отказа, перечисленных ниже, должны быть проверены все функции подсистемы, обеспечивающие защиту во время заряда (применяют каждый вид отказа по одному):

- напряжение *ПЭАЭ* свидетельствует о перезаряде;
- ток *ПЭАЭ* указывает на превышение тока;
- обнаруживается замыкание на землю.

В результате примененных отказов защита СНЭЭБ от перезаряда, высокой скорости заряда и от замыканий на землю должна предотвращать повреждение СНЭЭБ, которое может привести к возникновению опасных условий. Механизмы защиты должны работать в соответствии с конструкцией.

8.2.1.3 Защита от импульсного напряжения

Это испытание является типовым испытанием, т. к. оно может привести к повреждению испытуемой СНЭЭБ. Испытание на импульсное напряжение предназначено для проверки способности твердой изоляции выдерживать нормированное импульсное напряжение. Профили напряжения, используемые для этого испытания, должны имитировать перенапряжение атмосферного происхождения и покрывать воздействие перенапряжения из-за переключения низковольтного оборудования.

СНЭЭБ должны быть подвергнуты испытаниям на импульсное напряжение в соответствии с 6.1.3.3 *ГОСТ Р* МЭК *60664.1—2012*.

Для определения критериев нормированных импульсных напряжений следует применить категорию перенапряжения не менее III (для СНЭЭБ категории V-L в целом) или IV (для связанных с безопасностью подсистем СНЭЭБ категории V-H) таблицы F.1 *ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012*. Для определения критериев допуска следует применить степень загрязнения, соответствующую степени не менее 2 или 3 в таблице F.2 *ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012*. В результате применения импульсного напряжения во время испытания не должно происходить пробоя или частичного разрушения твердой изоляции, но допускаются частичные разрушения. Частичное разрушение будет показано ступенькой в результирующей форме волны по отношению к той, которая наблюдалась ранее в импульсах, не приводящих к пробою. Пробой по первому импульсу может указывать либо на полный выход из строя системы изоляции, либо на срабатывание устройств ограничения перенапряжения в оборудовании.

Испытание на импульсное напряжение допускается не применять, если СНЭЭБ использует защиту от перенапряжений, которая прошла оценку для ожидаемых скачков.

8.2.1.4 Диэлектрические испытания

Диэлектрические испытания по переменному току должны проверить способность твердой изоляции выдерживать:

- кратковременное перенапряжение;
- наиболее высокое установившееся напряжение;
- периодическое пиковое напряжение.

Если значение пикового напряжения переменного тока испытания равно или превышает нормированное импульсное напряжение, испытание на импульсное напряжение, установленное в 8.2.1.3, покрывается диэлектрическим испытанием.

Диэлектрические испытания по переменному току проводят по 6.1.3.4 *ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012*. Для определения критериев нормированных импульсных напряжений следует применить категорию перенапряжения не менее III (для СНЭЭБ категории V-L в целом) или IV (для связанных с безопасностью подсистем СНЭЭБ категории V-H) в таблице F.1 *ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012*. Для определения критериев допуска следует применить степень загрязнения, соответствующую степени не менее 2 или 3 в таблице F.2 *ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012*.

В качестве альтернативы диэлектрическому испытанию на переменном токе допускается проведение диэлектрических испытаний на постоянном токе согласно 6.1.3.6 *ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012*.

После проведения испытания в цепях не должно быть следов пробоя диэлектрика.

Диэлектрические испытания на стадии ПИЗ следует проводить на СНЭЭБ в сборе или, по крайней мере, на *ПЭАЭ* с рабочим напряжением, превышающим БСНН.

Примечание — Это испытание может вызвать искрение внутри аккумуляторов батареи или *ПЭАЭ* с соответствующим воспламенением и взрывом газов и электролитов. Безопасный процесс испытаний должен учитывать такие возможные последствия.

8.2.1.5 Сопротивление изоляции

Испытание на определение сопротивления изоляции следует проводить в соответствии с 6.4.3.3 и 6.4.3.4 *ГОСТ Р 50571.16—2019*.

Сопротивление изоляции, используемое в цепях СНЭЭБ с опасным напряжением, должно соответствовать значениям в таблице 6.1 *ГОСТ Р 50571.16—2019*.

8.2.1.6 Проверка системы заземления

Система заземления СНЭЭБ должна быть подтверждена в соответствии с методами, указанными ниже. Измерения следует проводить между любыми двумя точками заземления.

Для СНЭЭБ категории V-L система заземления должна быть проверена путем измерения сопротивления заземляющего электрода в соответствии с 6.4.3.7.2 *ГОСТ Р 50571.16—2019* или измерения полного сопротивления контура замыкания на землю в соответствии с 6.4.3.7.3 *ГОСТ Р 50571.16—2019*.

Для СНЭЭБ категории V-H система заземления должна быть проверена соответствующим образом (см. *[2]*, раздел 10).

8.2.1.7 Антиизолирование

Каждая функция антиизолирования СНЭЭБ должна быть проверена или испытана надлежащим образом для подтверждения соответствия требованиям, установленным в 7.11.3.1.

8.2.2 Механические опасности

8.2.2.1 Ударопрочность

Для СНЭЭБ категории E-S корпуса следует подвергать испытанию на удар (см. *[1]*, 5.2.2.4.3). В результате выполнения этого испытания не должно быть повреждений, следствием которых может стать доступ к опасным частям согласно 8.2.10, а СНЭЭБ не должна вызывать опасность поражения электрическим током в соответствии с диэлектрическим испытанием в 8.2.1.4.

Для СНЭЭБ категории E-L испытанию на удар следует подвергать ограждения всех подсистем.

8.2.2.2 Прочность корпуса к статическому усилию

Для СНЭЭБ категории E-S корпуса следует подвергать испытанию, установленному в *[1]* (5.2.2.4.2.3). В результате выполнения силовых испытаний не должно быть повреждений, которые могут привести к доступу к опасным частям согласно 8.2.10, а СНЭЭБ не должна вызывать опасность поражения электрическим током в соответствии с диэлектрическим испытанием в 8.2.1.4.

Для СНЭЭБ категории E-L силовому испытанию следует подвергать ограждения всех подсистем.

8.2.2.3 Удары и вибрация во время транспортирования и сейсмических событий

Расчетный уровень безопасности от ударов и вибрации во время транспортирования и сейсмических событий (например, землетрясения), как правило, зависит от норм, действующих в определенном регионе, и от условий установки. Уровень безопасности должен быть подтвержден на месте в соответствии с результатом оценки риска системы (см. раздел 6). Состояния, перечисленные ниже, должны быть проверены во время ПИМ в соответствии со стандартами, инструкциями изготовителя и нормами и правилами, действующими в определенном регионе:

- каждая подсистема и СНЭЭБ в сборе должны быть надежно закреплены на конструкции, фундаменте или земле;
- силовые цепи и точки подключения между подсистемами должны оставаться работоспособными после сейсмических событий;

- цепи управления, контроля и заземления должны оставаться работоспособными после сейсмических событий.

8.2.3 Взрывобезопасность

8.2.3.1 Спецификация горючего газа

Горючий газ, который необходимо обнаруживать, должен быть указан во время процесса проектирования системы.

Примечание — Это требование будет зависеть от типа химии *ПЭАЭ*. Как указано в приложении В, некоторые СНЭЭБ могут выпускать горючий газ при нормальных условиях эксплуатации, а другие СНЭЭБ — взрывоопасный или воспламеняющийся газ во время нарушения условий эксплуатации, которые приводят к перегреву СНЭЭБ и возможному возгоранию или взрыву.

8.2.3.2 Обнаружение газа

Выделение газа из СНЭЭБ, которое может возникнуть в результате проведения типовых испытаний, должно быть квалифицировано с точки зрения характеристик воспламеняемости и связанных с этим рисков взрывоопасной среды с помощью соответствующих технических средств.

Примечание — Для СНЭЭБ, которая потенциально может перейти в тепловой разгон, может потребоваться проведение полномасштабного испытания на огнестойкость в соответствии с приложением В, которое включает мониторинг выбросов горючих газов. Данные о типе и количестве выбросов горючих газов, полученные во время испытаний, могут способствовать в определении подходящей дефлаграционной вентиляции для предотвращения опасности взрыва в случае возгорания СНЭЭБ. Подробная информация о полномасштабных испытаниях на огнестойкость приведена в приложении С.

После установки *СНЭЭ* должны быть проверены согласно соответствующим стандартам, инструкциям изготовителя и правилам, действующим в определенном регионе, любые функции систем обнаружения, звуковых оповещений и визуальных сигналов для сообщения об инциденте с горючим газом, чтобы подтвердить, что их функции при превышении концентрации горючего газа предела, указанного изготовителем, работают в автоматическом режиме и в соответствии с конструкцией. Следует провести типовые испытания для отдельных компонентов систем обнаружения, звуковых и визуальных сигналов. ПИЗ или ПИМ для СНЭЭБ с комбинацией систем обнаружения, звуковых оповещений и визуальных сигналов также должны быть выполнены с подходящими смоделированными сигналами для обнаруживаемых событий.

Инструкции по детекторам горючих газов представлены в серии стандартов *ГОСТ IEC 60079-29*.

8.2.3.3 Вентиляция

Должны быть проведены испытания вентиляционных систем, предоставленных на месте установки СНЭЭБ или находящихся внутри СНЭЭБ. Должно быть проведено типовое испытание для отдельных компонентов. Также для СНЭЭБ с системами вентиляции должно быть проведено ПИМ. В результате проведенных испытаний системы вентиляции должны работать автоматически в соответствии с конструкцией.

Для СНЭЭБ категорий V-H/S-O/C-A, C-B, C-D и C-Z, в которых предусмотрена система принудительной вентиляции, ПИМ для системы принудительной вентиляции также следует проводить с подходящими смоделированными сигналами, которые будут отправлены СНЭЭБ при обнаружении концентрации воспламенения горючего газа. В результате этого вентиляционные системы должны автоматически работать в соответствии с конструкцией.

Метод оценки вентиляции батарейного отсека представлен в 6.6.4 *ГОСТ 31610.7—2017* или в *ГОСТ 31610.13*.

8.2.4 Электромагнитная совместимость

Функции безопасности, связанные с безопасностью подсистем СНЭЭБ, должны соответствовать приведенным в *ГОСТ IEC 61000-6-7*, или, если применимо, функциональная безопасность должна быть рассмотрена с учетом электромагнитных явлений согласно *ГОСТ IEC/TS 61000-1-2*.

Защитные меры от вызванных возмущениями неисправностей подсистем СНЭЭБ должны быть подтверждены методом, приведенным в *ГОСТ Р 50571-4-44*.

Соответствие категории V-L вышеуказанным требованиям должно быть подтверждено результатами типовых испытаний на представителе СНЭЭБ.

Соответствие категории V-H вышеуказанным требованиям должно быть подтверждено проведением типовых испытаний отдельных подсистем СНЭЭБ, связанных с безопасностью, и проверкой подсистем управления СНЭЭБ на месте установки.

8.2.5 Пожарная опасность (распространение)

ПЭАЭ категории С-А должны быть испытаны на предмет их соответствия требованиям 7.3.3 *ГОСТ Р МЭК 62619—2023*.

Характеристики пожара СНЭЭБ, при котором потенциально возможно проявление теплового разгона в соответствии с приложением В, следует определять с помощью проведения полномасштабного огневого испытания СНЭЭБ, в котором оценивают распространение огня и выделение тепла для предполагаемой установки СНЭЭБ как с системой пожаротушения, так и и без нее. Данные испытаний, полученные в результате полномасштабных испытаний на огнестойкость, могут подтвердить правильность установки СНЭЭБ с предполагаемой системой пожаротушения. Подробная информация относительно проведения полномасштабного огневого испытания приведена в приложении С.

После установки СНЭЭБ необходимо проверить следующие меры:

- для СНЭЭБ категории S-O: системы пожарной сигнализации и пожаротушения установлены и введены в эксплуатацию на месте СНЭЭБ;
- для СНЭЭБ категории S-U: в непосредственной близости предусмотрены пожарная сигнализация и подсистемы пожаротушения;
- в обоих случаях если пожарная сигнализация обнаруживает опасность возгорания, то системы пожаротушения автоматически срабатывают.

Если результат оценки риска на уровне системы показывает, что система пожаротушения не требуется, то допускается ее не устанавливать. Эффективность работы связи должна быть подтверждена путем ввода подходящих смоделированных сигналов. Сигналы должны надежно передаваться в сеть связи, реле, приемники и средства пожаротушения, как это предусмотрено конструкцией.

После установки любые функции систем обнаружения пожара, звуковых и визуальных сигналов для сообщения о пожаре и огнетушителей должны быть проверены согласно соответствующим стандартам, инструкциям изготовителя и правилам, действующим в определенном регионе, для того, чтобы подтвердить, что их функции автоматически срабатывают при пожаре так, как предусмотрено конструкцией. Следует провести типовое испытание для отдельных компонентов систем обнаружения, звуковых и визуальных сигналов, а также выполняют ПИЗ или ПИМ для всей установки СНЭЭБ с комбинацией систем обнаружения, звуковых и визуальных сигналов и огнетушителей.

8.2.6 Температурные опасности

8.2.6.1 Контроль температуры

СНЭЭБ подлежит следующим проверке или испытанию:

- *ПЭАЭ* с измерением температуры батареи следует проверять путем воздействия на них подходящего смоделированного сигнала, указывающего состояние перегрева, чтобы проверить реакцию системы;
- терморегуляторы должны останавливать или иным образом контролировать заряд и разряд, когда температура СНЭЭБ превышает установленные значения, чтобы поддерживать требуемые рабочие условия;
- если испытание СНЭЭБ для проверки, что заряд и разряд прекращаются, если температура *ПЭАЭ* превышает температурный предел, указанный изготовителем, ранее не проводилось как часть типовых испытаний, их необходимо провести после установки;
- если устройство ограничения тока оборудовано вне *ПЭАЭ*, его работа должна быть проверена путем проведения испытаний с подходящими смоделированными сигналами перезаряда или возрастания температуры.

После установки любые функции систем обнаружения перегрева, звуковых и визуальных сигналов для сообщения о перегреве должны быть проверены или испытаны согласно соответствующим стандартам, инструкциям изготовителя и правилам, действующим в определенном регионе, чтобы подтвердить, что их функции автоматически работают, когда контролируемые температуры превышают пределы, установленные изготовителем. Должны быть проведены типовые испытания отдельных компонентов систем обнаружения, звуковых и визуальных сигналов.

Для СНЭЭБ категории V-H с комбинацией систем обнаружения, звуковых сигналов и визуальных сигналов следует проводить ПИМ для всей установки СНЭЭБ.

Все вышеперечисленные функции должны работать в соответствии с конструкцией.

В приложении G приведена дополнительная информация относительно работы контроля температуры.

8.2.6.2 Ненадлежащая работа подсистем вентиляции

Испытание проводят для СНЭЭБ с системами вентиляции и СНЭЭБ с вентиляционными отверстиями в корпусе. Система вентиляции СНЭЭБ должна быть заблокирована или отключена. Затем СНЭЭБ подвергают воздействию внутренних источников тепла (например, цикла разряда-заряда *ПЭАЭ*), чтобы проверить, обнаруживают ли органы управления неисправную систему вентиляции и останавливают ли они заряд и разряд до того, как СНЭЭБ перегреется. Испытание допускается проводить при работающей системе вентиляции и заблокированных вентиляционных отверстиях или каналах.

Испытание следует повторить при работающей системе вентиляции и заблокированных вентиляционных отверстиях или каналах.

После установки СНЭЭБ должно быть проверено, что об обнаружении ненормального состояния подсистем вентиляции сообщается операторам.

После установки СНЭЭБ должно быть проверено, что функция сообщения оператору автоматически срабатывает, когда температура *ПЭАЭ* превышает температурный предел, который указан изготовителем.

Любые функции предупреждающего устройства должны быть проверены путем испытаний системы с помощью подходящих смоделированных сигналов.

Все вышеперечисленные функции должны соответствовать заявленным в конструкции.

8.2.6.3 Испытания на температуру при нормальной эксплуатации

При работе с максимальными рабочими нагрузками и параметрами, значения температуры чувствительных к теплу компонентов СНЭЭБ должны находиться в пределах указанных паспортных значений. Рабочие параметры *ПЭАЭ* должны находиться в пределах указанных рабочих параметров для напряжения, тока и температуры.

СНЭЭБ должна работать при максимальных нормированных условиях нагрузки для заряда и разряда. Во время такой работы контролируют температуру критических к теплу компонентов, включая *ПЭАЭ*, а также напряжение и ток *ПЭАЭ*, чтобы определить, работают ли они в пределах своего заданного диапазона температуры, тока и напряжения.

Все вышеперечисленные функции должны соответствовать заявленным в конструкции.

8.2.7 Химические опасности

8.2.7.1 Спецификация опасных жидкостей

Опасные жидкости, которые необходимо обнаруживать, должны быть идентифицированы и определены во время процесса проектирования системы.

Примечание — Результат этого требования будет зависеть от химического состава *ПЭАЭ* (см. приложение В).

8.2.7.2 Обнаружение жидкостей

После установки все функции систем обнаружения, звуковых и визуальных сигналов оповещений об инциденте с опасными жидкостями должны быть проверены на соответствие стандартам, инструкциям изготовителя и правилам, действующим в определенном регионе, чтобы подтвердить, что их функции работают при достижении установленной концентрации или утечке опасных жидкостей в автоматическом режиме в соответствии с конструкцией. ПИМ для отдельных компонентов систем обнаружения, звуковых и визуальных сигналов оповещений следует проводить генерацией смоделированных сигналов для обнаруживаемых событий.

Если датчики опасных химических веществ и системы сигнализации входят непосредственно в состав СНЭЭБ, а не как система защиты, устанавливаемая на месте установки, то данные испытания могут быть выполнены в ходе проведения типовых испытаний.

8.2.7.3 Меры защиты от опасной жидкости

Все функции мер защиты от опасной жидкости, перечисленные в 7.11.3.1, должны быть проверены или испытаны согласно соответствующим стандартам, инструкциям изготовителя и правилам, действующим в определенном регионе, и должны работать согласно конструкции.

8.2.8 Опасности, связанные с неисправностями вспомогательной подсистемы, подсистем управления и коммуникации

Испытания для определения того, являются ли возникающие опасности результатом неисправности вспомогательной подсистемы, подсистемы управления, подсистемы коммуникации и неисправности внешней системы связи СНЭЭБ, проводят по *ГОСТ Р 58092.5.1*. Анализ системы должен быть приведен в руководстве по возможным неисправностям в этих подсистемах СНЭЭБ.

Правильная работа защитных блокировок должна быть подтверждена в соответствии с процессами, установленными в этом пункте.

Параметры СНЭЭБ должны быть доступны по сети связи, даже если *СНЭЭ* правильно выключена.

Все вышеперечисленные функции должны работать в соответствии с конструкцией.

8.2.9 Опасности, связанные с окружающей средой

8.2.9.1 Общие положения

Испытания, перечисленные ниже, применяют к СНЭЭБ, которые имеют определенные уровни устойчивости к воздействию внешних факторов или предназначены для установки в тех условиях окружающей среды, которые могут повлиять на их безопасность.

8.2.9.2 Воздействие попадания влаги

Соответствие СНЭЭБ должно быть подтверждено проверкой конструкции системы путем оценки риска на уровне системы (см. раздел 6) или проведением испытаний согласно заявленной степени защиты от проникновения (окружающей среды) (код IP) по *ГОСТ 14254*.

По результатам испытаний на проникновение влаги СНЭЭБ не должна иметь признаков воспламенения или взрыва и таких повреждений корпуса, которые могут привести к доступу к опасным частям в соответствии с 8.2.10. Защитные подсистемы должны оставаться работоспособными. СНЭЭБ не должна представлять опасность поражения электрическим током после выполнения испытания на стойкость к диэлектрическому напряжению по 8.2.1.4.

СНЭЭБ, предназначенные для установки в тех местах, которые могут быть подвержены затоплению, должны быть подвергнуты испытанию на погружение в воду с использованием соленой воды, содержащей 5 % мас. NaCl. СНЭЭБ должна быть полностью погружена в воду, или должны быть погружены части СНЭЭБ, на которые могло бы воздействовать погружение. Длительность погружения должна составлять 2 ч или до тех пор, пока реакция, вызванная воздействием воды, не остановится. В результате погружения не должно быть возгорания или взрыва.

В случае выделения токсичных газа или жидкости в присутствии воды они должны быть обнаружены, идентифицированы (природа) и их объем измерен на стадии процесса проектирования системы. Защита от химического воздействия должна быть обеспечена, как описано в 7.11.3.6.

Меры, которым необходимо следовать для соблюдения вышеизложенного, приведены в перечне испытаний, приведенном в приложении D.

8.2.9.3 Воздействие морской среды (соляной туман)

Соответствие СНЭЭБ, предназначенной для установки в морской среде или рядом с ней (например, вблизи морских берегов, в доках и т. д.), должно быть подтверждено проверкой конструкции системы путем оценки риска на уровне системы (см. раздел 6), или следует провести испытания всей системы согласно *[5]* (метод испытания на воздействие 1 или 2).

Примечание — В *[5]* определен метод испытаний 1 или 2 для оборудования, которое постоянно используют в морской среде или в непосредственной близости с ней.

В результате воздействия соляного тумана СНЭЭБ не должна иметь признаков воспламенения или взрыва и повреждений корпуса, которые могут привести к доступу к опасным частям. Функционирование СНЭЭБ не должно представлять опасности поражения электрическим током по результатам испытания на стойкость к диэлектрическому напряжению, установленному в 8.2.1.4.

В случае выделения токсичных газа или жидкости в присутствии воды они должны быть обнаружены, идентифицированы (природа), и их объем должен быть измерен на стадии процесса проектирования системы. Защита от химического воздействия должна быть обеспечена в соответствии с 7.11.3.6.

Меры, которым необходимо следовать для соблюдения вышеизложенного, приведены в перечне испытаний, приведенном в приложении D.

8.2.10 Класс защиты IP корпуса СНЭЭБ и защитные ограждения

Корпус СНЭЭБ и защитные ограждения должны соответствовать классу защиты IP для доступа к опасным частям (например, опасным движущимся частям, неизолированным электрическим деталям при опасном напряжении) в соответствии с *ГОСТ 14254*.

9 Методические рекомендации и руководства

В дополнение к требованиям, изложенным в 7.12 и 7.13.1.1—7.13.1.4, применимы положения, приведенные в разделе 9 *ГОСТ Р 58092.5.1—2018*.

Приложение А
(справочное)

Модели владения СНЭЭБ

Настоящий стандарт является стандартом безопасности и не определяет аспектов права собственности на СНЭЭБ. Тем не менее решение и разъяснение права собственности имеют существенное значение для безопасности СНЭЭБ и ответственности за них, поэтому описание моделей собственности также необходимо и полезно для принятия решения о владении СНЭЭБ.

Модели владения являются критически значимым фактором для СНЭЭБ, особенно в случае небольших бытовых и коммерческих установок. Крупные установки могут входить как составные части в еще более крупные коммунальные системы с назначенными конкретными процедурами и задачами. Более мелкие установки, вероятнее всего, следует рассматривать так же, как бытовые приборы, например холодильник. В этом случае пользователь системы, как правило, не имеет ни технических знаний, ни удовлетворительного уровня понимания ответственности в отношении аспектов безопасности СНЭЭБ. Эта ситуация, по всей видимости, будет распространена в будущем, в связи с чем необходимо учитывать следующее:

- должна ли реализация СНЭЭБ осуществляться напрямую, без постоянного взаимодействия между владельцем системы и/или поставщиком?
- будут ли цели безопасности и рабочих характеристик СНЭЭБ достигаться с помощью модели управляемой аренды?
- является ли вариант управляемой аренды или договорного режима обслуживания СНЭЭБ практичным или экономически эффективным?
- должен ли аспект владения СНЭЭБ подлежать регулированию?
- обязательно ли модель владения СНЭЭБ ограничивает тип химии, которая может быть установлена в таких небольших установках?
- каковы будут последствия передачи права собственности, если новый владелец может даже не знать и не иметь представления о существовании СНЭЭБ?
- какой уровень взаимодействия с сетью электроснабжения требуется, когда СНЭЭБ находится на стороне потребителя электросчетчика; какими будут права коммунального предприятия в этом случае?
- в какой момент функционирование СНЭЭБ становится значительным риском, требующим принятия нормативных мер, если основная базовая СНЭЭБ может иметь энергоемкость и наделена доступностью и видимой простотой базовой системы ИБП и единственная разница между ними — это двунаправленный поток?
- на какие результаты по окончании срока службы СНЭЭБ можно рассчитывать при различных моделях владения?

Приложение В
(справочное)

Опасности и риски СНЭЭБ

В.1 Общие положения

СНЭЭБ, которые спроектированы с достаточной степенью защиты и установлены надлежащим образом, эксплуатируются и обслуживаются с соблюдением мер безопасности, могут функционировать без инцидентов, о чем свидетельствует практика их использования в настоящее время. Контроль безопасности и подход к снижению рисков должны учитывать присущие этим системам опасности, которые могут варьироваться в зависимости от технологии батарей.

Все электрохимические системы накопления энергии имеют несколько общих рисков. Они включают следующее:

- невозможность в необходимых случаях изолировать энергию *ПЭАЭ* или снизить ее до безопасного уровня, что приводит к потенциальному риску поражения электрическим током или других опасностей электрической энергии;
- батареи могут иметь большой ток короткого замыкания;
- вероятность возникновения химической опасности вследствие выделения электролита;
- элементы батареи могут быть легковоспламеняющимися;
- батареи могут генерировать газы при нормальной работе (водород) или вследствие ненадлежащей работы (например, Cl_2, Br_2, H_2S, SO_2);
- батарейные модули могут быть тяжелыми;
- отказ канала связи (внутреннего или внешнего), влияющий на способность системы перейти в безопасное состояние.

Основные условия, приводящие к возникновению опасностей, как правило, относящихся ко всем СНЭЭБ, перечисленным в таблице 1, включают (но не ограничиваются):

- ошибку обнаружения замыкания на землю СНЭЭБ;
- потерю контроля над *ПЭАЭ* в заряженном состоянии (особенно неисправность, вызванная другими подсистемами, например осцилляции и/или шум *ППЭ*);
- разрушение, падение и физические колебания (вибрация) *ПЭАЭ* и корпуса;
- неисправность подсистем, вызванную электрическим шумом и электромагнитной (или электростатической) наведенной вибрацией;
- возможные условия неправильного использования батарей и полностью установленной системы;
- совместимость выбранных батарей и системы в сборе в соответствии с проектом.

Основные опасности СНЭЭБ категории С-А, использующей батареи с неводным электролитом, включают (но не ограничиваются):

- распространение тепла, возникающего в результате неконтролируемого сбоя в *ПЭАЭ*;
- выброс горючего газа из *ПЭАЭ*;
- пожароопасные химические/токсические угрозы, исходящие из *ПЭАЭ*.

Основные опасности СНЭЭБ категории С-В, использующей батареи с водным электролитом, включают (но не ограничиваются):

- распространение горючих химических веществ (например, газообразного водорода) из *ПЭАЭ*;
- распространение токсичных химических веществ (например, электролита) из *ПЭАЭ*.

Основные опасности СНЭЭБ категории С-С, использующей высокотемпературные батареи, включают (но не ограничиваются):

- распространение тепла, возникающее в результате неконтролируемого сбоя в работе *ПЭАЭ*;
- аномальное тепло, исходящее от *ПЭАЭ*.

Основные опасности СНЭЭБ категории С-D, использующей проточные батареи, включают (но не ограничиваются):

- распространение горючих химических веществ (например, газообразного водорода) из *ПЭАЭ*;
- распространение токсичных химических веществ (газ, жидкость) из *ПЭАЭ*.

В таблицах В.1—В.5 приведены перечни опасностей СНЭЭБ. Данные, приведенные в таблицах, предназначены для пояснения опасностей, которые следует учитывать при оценке риска только СНЭЭБ, а не отдельных батарей.

Выполненный анализ риска может учитывать соответствующие классификации по 4.2 и общий риск СНЭЭБ, включая (но не ограничиваясь):

- риски, связанные с объединением нескольких компонентов и/или батарейных блоков;
- сложность системы в сборе и режимы отказа;
- любые соображения для принятия во внимание аспектов безопасности на протяжении всего жизненного цикла использования СНЭЭБ;

- недостаточное заземление, изоляцию и недостаточная защищенность коммуникационных линий между подсистемами СНЭЭБ;
- опасное (закрытое, узкое, ограниченное) рабочее пространство;
- попадание воды и пыли (неподходящий класс IP);
- нарушение электрического входа от подключенной электрической сети.

Таблица В.1 — Общие опасности СНЭЭБ

Опасность на уровне системы — комбинация с каждой подсистемой			
Виды	Опасности как инциденты подсистемы (да или нет/подробности)		
Электрическая	Да	Недостаточное заземление, необходимое для обеспечения безопасности в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты и корпусом. Ошибка обнаружения замыкания на землю в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, подсистемой подключения к корпусу и сети. Потеря контроля над *ПЭАЭ* в сочетании с *ППЭ*, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, корпусом, подсистемой подключения к сети и интерфейсами. Недостаточная изоляция, необходимая для обеспечения безопасности в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, корпусом и подсистемой подключения к сети. Недостаточное соединение, необходимое для обеспечения безопасности в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой управления/связи и подсистемой защиты
Механическая	Да	Разрушение, падение и физические колебания *ПЭАЭ* и корпуса
Электрические, магнитные и электромагнитные поля	Да	Неисправность подсистем, вызванная электрическим шумом и физическими колебаниями подсистем, вызванными магнитным шумом, в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, корпусом и подсистемой подключения к сетям
Опасность в отношении местоположения, окружающей среды и применения			
Местонахождение			
Категория	Опасности (да или нет/подробности)		
Механическая	Да	Вибрация, удары	
Опасные условия труда	Да	Опасное (закрытое, узкое, ограниченное) рабочее пространство	
Окружающая среда			
Категория	Опасности (да или нет/подробности)		
Береговая линия	Да	Попадание воды	
Приложение			
Категория	Опасности (да или нет/подробности)		
Любые случаи	Да	Высокое напряжение, превышение тока	

Таблица В.2 — Опасности СНЭЭБ при использовании батареи с неводным электролитом (категория С-А)

Опасность на уровне системы — комбинация с каждой подсистемой		
Виды	Опасности как «инциденты подсистемы» (да или нет/подробности)	
Электрическая	Да	В дополнение к данным таблицы В.1: Внутреннее короткое замыкание элемента батареи в сочетании с *ПЭАЭ*, подсистемой управления/связи и корпусом. Внутреннее короткое замыкание *ПЭАЭ* в сочетании с другой *ПЭАЭ*, подсистемой управления/связи и корпусом
Взрыв	Да	Удержание горючего газа в сочетании с *ПЭАЭ* и подсистемой НВКВ. Искрение в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой защиты, корпусом и подсистемой подключения к сети. Нарушение изоляции в *ПЭАЭ* в сочетании с подсистемой управления/связи и подсистемой защиты. Сплавление проводников в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, подсистемой подключения к сети и сети. Повышение внутреннего давления в *ПЭАЭ* в сочетании с подсистемой управления/связи и подсистемой НВКВ
Пожар	Да	Пожар от *ПЭАЭ* в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, подсистемой НВКВ, подсистемой подключения к сети и электросети. Распространение теплового разгона от *ПЭАЭ* в сочетании с *ПЭАЭ*, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, подсистемой подключения к корпусу и сетям. Пожар из другой подсистемы в сочетании с подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, корпусом и интерфейсами
Температура	Да	Воздействие нагретой поверхности в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой управления/связи, подсистемой НВКВ, корпусом и интерфейсом
Химическая	Да	Разлив жидкости, выделение газа и выброс твердых веществ из *ПЭАЭ* (электролиты, активные материалы и продукты реакции) в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты и подсистемой НВКВ

Таблица В.3 — Опасности СНЭЭБ при использовании батареи с водным электролитом (категория СВ)

Опасность на уровне системы — комбинация с каждой подсистемой		
Виды	Опасности как инциденты подсистемы (да или нет/подробности)	
Электрическая	Да	См. таблицу В.1
Взрыв	Да	Удержание горючего газа в сочетании с *ПЭАЭ* и подсистемой НВКВ. Искрение в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой защиты, корпусом и подсистемой подключения к сети. Сплавление проводников в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, корпусом и подсистемой подключения к сети. Повышение внутреннего давления в *ПЭАЭ* в сочетании с подсистемой управления/связи и подсистемой НВКВ
Пожар	Нет	Не применимо
Температура	Нет	Не применимо
Химическая	Да	Разлив жидкости, выделение газа и выброс твердых веществ из *ПЭАЭ* (электролиты, активные материалы и продукты реакции) в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты и подсистемой НВКВ

Таблица В.4 — Опасности СНЭЭБ при использовании высокотемпературной батареи (категория С-С)

Опасность на уровне системы — комбинация с каждой подсистемой			
Виды	Опасности как инциденты подсистемы (да или нет/подробности)		
Электрическая	Да	В дополнение к данным таблицы В.1: Внутреннее короткое замыкание *ПЭАЭ* в сочетании с подсистемой управления/связи и корпусом. Отказ цепи нагрева батареи в сочетании с *ПЭАЭ*, подсистемой управления/связи и подсистемой защиты	
Взрыв	Да	Растворение батареи и проводящих частей материалом отрицательного электрода (натрием) в сочетании с *ПЭАЭ*, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты и контуром нагрева батареи. Искрение в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой защиты, корпусом и соединительным выводом подключения к сети. Нарушение изоляции в *ПЭАЭ* в сочетании с подсистемой управления/связи и подсистемой защиты. Сплавление проводников в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, корпусом и соединительным выводом подключения к сети. Повышение внутреннего давления в *ПЭАЭ* в сочетании с подсистемой управления/связи и подсистемой НВКВ	
Пожар	Да	Пожар от *ПЭАЭ* в сочетании с подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, подсистемой НВКВ, корпусом и соединительным выводом подключения к сети	
Температура	Да	Воздействие нагретой поверхности в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой управления/связи, подсистемой НВКВ, контуром нагрева батареи, корпусом и интерфейсом. Отказ цепи нагрева батареи в сочетании с *ПЭАЭ*, подсистемой управления/связи и подсистемой защиты	
Химическая	Да	Разлив жидкости, выделение газа и выброс твердых веществ из *ПЭАЭ* (электролиты, активные материалы и продукты реакции) в сочетании с подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, подсистемой НВКВ и контуром нагрева батареи. Химическая реакция натрия с водой в сочетании с *ПЭАЭ*, подсистемой управления/связи и подсистемой защиты	

Таблица В.5 — Опасности СНЭЭБ при использовании проточной батареи (категория С-D)

Опасность на уровне системы — комбинация с каждой подсистемой		
Виды	Опасности как инциденты подсистемы (да или нет/подробности)	
Электрическая	Да	См. таблицу В.1
Взрыв	Да	Удержание горючего газа в сочетании с *ПЭАЭ* и жидкостной системой. Искрение в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой защиты, корпусом и соединительным выводом подключения к сети. Сплавление проводника в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, корпусом и соединительным выводом подключения к сети
Пожар	Нет	Не применимо
Температура	Да	Воздействие нагретой поверхности в сочетании с *ПЭАЭ*, *ППЭ*, подсистемой управления/связи, теплообменником, жидкостной системой, корпусом и интерфейсом. Ошибка контроля температуры в сочетании с подсистемой управления/связи и теплообменником
Химическая	Да	Разлив жидкости и выделение газа из *ПЭАЭ* (электролиты, активные вещества и продукты реакции) в сочетании с *ПЭАЭ*, теплообменником и жидкостной системой. Выработка газа электролизом воды в сочетании с *ПЭАЭ* и подсистемой управления/связи

В.2 Опасности

В.2.1 Общие положения

Опасности, которые необходимо устранить для СНЭЭБ: опасность пожара и взрыва; химическая опасность; электрическая опасность; накопленная энергия и физическая опасность. Эти опасности могут варьироваться в зависимости от технологии батарей, а также при нормальных условиях эксплуатации СНЭЭБ по сравнению с аварийными и ненормальными условиями.

В.2.2 Пожарная опасность

Потенциальная опасность возникновения пожара может быть оценена путем контроля элементов огненного треугольника, которыми являются топливо для огня, окислитель и тепло источника зажигания. Потенциал пожара не наблюдается при отсутствии подходящей концентрации топлива, окислителя и источника тепла, достаточного для воспламенения топлива в имеющейся концентрации.

В.2.3 Химическая опасность

Химическую опасность классифицируют в соответствии с ограничениями опасных материалов для нормальной работы СНЭЭБ.

В.2.4 Опасность поражения электрическим током

Опасность поражения электрическим током для персонала, работающего с СНЭЭБ, в тех зонах, где они могут соприкасаться с частями, находящимися под напряжением более 50 В, и подвергаться воздействию электрической энергии с уровнем воздействующей энергии 1,2 кал/см^2 (5 Дж/см^2) (возможность вызвать ожоги второй степени на коже), представляют удар током и дуга. Необходимо устранить опасность поражения электрическим током сотрудников аварийно-спасательных служб СНЭЭБ при пожаре или других аварийных ситуациях, в том числе вероятность поражения электрическим током и дуговой вспышкой из-за короткого замыкания поврежденных частей СНЭЭБ и воды вокруг них. Поскольку лица, принимающие первые меры реагирования, не являются обученными электриками и могут не иметь соответствующих *СИЗ* для прямого контакта с частями под напряжением или вспышками дугового разряда, следует снизить допустимые уровни напряжения и воздействующей энергии по сравнению с допустимыми для обученных работников с подходящими *СИЗ*.

В.2.5 Энергетические опасности

Термин «накопленная энергия» относится к неизвестным уровням опасности электрической энергии, которая может содержаться во всей или частях СНЭЭБ, включая ту, которая повреждена и/или считается разряженной и которая представляет опасность для пользователей, контактирующих с системой и не знающих об этой опасной энергии. Поскольку эта опасность представляет потенциальную неизвестную электрическую опасность, допустимые уровни будут различаться в зависимости от того, относится ли она к нормальным условиям для ремонта и замены обученными работниками или к аварийным ситуациям при работе служб, имеющих дело с поврежденной СНЭЭБ, которая еще может содержать опасную энергию.

В.2.6 Физические опасности

Физическая опасность — это опасность, которая может возникнуть в результате контакта персонала с частями, имеющими достаточную кинетическую энергию, опасную температуру, способную вызвать ожоги, или с частями, содержащими жидкости с опасными уровнями давления либо с недостаточной структурной целостностью, чтобы безопасно содержать жидкости, либо способными безопасно сбросить давление. Для электрохимической СНЭЭБ существует потенциальная опасность ожогов для работников, контактирующих с некоторыми технологиями во время нормальной работы и текущего ремонта, если они не имеют надлежащей теплоизоляции.

В.2.7 Опасность высокого давления

В СНЭЭБ отсутствует опасность высокого давления, но в ненормальных условиях может возникнуть избыточное давление из-за перегрева содержимого, которое может привести к физической опасности. Это может представлять опасность для тех, кто первым реагирует на повреждения СНЭЭБ. Как правило, для коммерчески доступных СНЭЭБ отсутствуют опасности, связанные с кинетической энергией, за исключением движущихся частей в составе компонентов установки системы, таких как лопасти вентилятора охлаждения или вентиляции, если они не защищены должным образом.

В.3 Аспекты опасности при нормальных условиях эксплуатации

В.3.1 Опасности пожара и взрыва

Опасности пожара и взрыва при нормальных условиях эксплуатации могут быть связаны с источниками тепла, такими как токоведущие части и т. п., которые могут контактировать с горючими материалами во время *ТО* или ремонта, либо с воспламенением горючих жидкостей и твердых веществ, которые могут возникать в процессе нормальной работы СНЭЭБ (например, выделение водорода из батарей с водными электролитами).

В.3.2 Химические опасности

При нормальных условиях эксплуатации существует вероятность контакта с опасными материалами работников, контактирующих с системой для *ТО*, ремонта и замены систем.

Примеры химической опасности приведены далее.

а) Жидкости:

1) едкие электролиты: батареи с электролитами в диапазоне pH ≤ 2 или pH ≥ 11,5 считаются едкими (кислотными или щелочными). Сложности эксплуатации систем с подобными электролитами — существование риска

утечек или разливов во время *ТО* или нормальной работы. Следует принять меры по локализации разливов, и работники должны иметь соответствующие безопасные рабочие процедуры и *СИЗ* для работы с системами, содержащими такие едкие жидкости. Это не относится к свинцово-кислотным батареям типа VRLA;

2) токсичные жидкости: существует вероятность воздействия токсичных жидкостей при нормальной эксплуатации, *ТО* или ремонте некоторых систем. Руководство по воздействию токсичных жидкостей на персонал приведено в руководствах GHSs (глобальная гармонизированная система). Работники, контактирующие с этими системами, должны знать о потенциальных опасностях, иметь представление о соответствующих процедурах и обладать оборудованием/*СИЗ*, чтобы избежать этих опасностей.

b) Окислители: существует вероятность присутствия в СНЭЭБ окислителей. Окислитель увеличивает воспламеняемость других материалов.

c) Токсичные газы: существует вероятность воздействия токсичных газов при нормальных условиях обслуживания или текущего ремонта некоторых систем СНЭЭБ.

Примечания

1 Концентрации таких газов должны быть ограничены в соответствии с действующим законодательством и правилами, действующими в определенном регионе.

2 OSHA[1)] и NIOSH[2)] предоставляют руководство по воздействиям, включая допустимые пределы воздействия (PEL), рекомендуемые пределы воздействия (REL) для воздействия в течение 8 или 10 ч рабочего дня, которые являются верхним пределом безопасного воздействия, и пределы воздействия, непосредственно опасные для жизни или здоровья (IDLH), которые представляют концентрации, которые опасны для жизни и здоровья немедленно после воздействия;

d) Твердые вещества: реагирующие с водой и токсичные металлы, которые могут содержаться в некоторых батарейных технологиях, как правило, не представляют опасности во время обслуживания или текущего ремонта этих систем, но могут быть опасными в ненормальных условиях. Батареи, содержащие эти опасные материалы, должны быть маркированы символами, соответствующими результатам анализа риска и нормам, действующим в определенном регионе.

B.3.3 Электрические опасности

При нормальных условиях эксплуатации некоторые батарейные системы могут представлять опасность поражения электрическим током, что необходимо учитывать при эксплуатации и обслуживании. Опасности поражения электрическим током, которые могут возникнуть при нормальных условиях эксплуатации, включают:

1) удар электрическим током: СНЭЭБ с напряжением *постоянного тока* более 50 В (согласно ограничениям для поражения электрическим током) может представлять опасность для обученных работников, которые могут контактировать с токоведущими частями во время эксплуатации и обслуживания систем. Необходимо, чтобы при обслуживании этих систем работники использовали соответствующую маркировку, процедуры и защитное оборудование;

2) вспышку дуги: СНЭЭБ, уровень воздействующей энергии которой превышает 5 Дж/см^2, должна иметь расчетные границы вспышки дуги, которые следует идентифицировать с помощью маркировки, а также при ее эксплуатации необходимо применять надлежащие процедуры и оборудование для предотвращения травмы рабочего от дуговой вспышки при нормальной работе и обслуживании;

3) опасность накопленной энергии: энергия, которая может накапливаться и резервироваться для использования в будущем, как правило, в форме электричества, представляет собой накопленную энергию. Примером опасности накопленной энергии является воздействие на работника СНЭЭБ, которая не разряжена в достаточной степени, или СНЭЭБ, которая повреждена и поэтому существует вероятность поражения электрическим током и вспышкой дуги. Для нормальных условий эксплуатации в местах размещения коммерческих и промышленных СНЭЭБ должны находиться инструкции по изоляции опасного напряжения и энергии для *ТО*, а также для разряда батарей для их безопасной замены и удаления. В жилых и небольших коммерческих системах должны быть предоставлены информация и доступ обученных технических специалистов для выполнения этих работ, чтобы гарантировать, что неиспользованная и накопленная энергия не представляет опасности при нормальных условиях эксплуатации.

B.3.4 Физические опасности

Физические опасности могут включать в себя следующее:

1) опасность ожога: возможный контакт с горячими поверхностями во время *ТО*, который может привести к ожогам, если не используют *СИЗ*;

2) детали, содержащие жидкости под давлением, включая сжатые газы;

3) части с кинетической энергией: части в составе компонентов СНЭЭБ, которые могут содержать движущиеся части и которые могут привести к травме, если они не защищены должным образом. Такие опасности характерны для гибридной системы батарей и маховиков.

[1)] *Управление по охране труда, США.*

[2)] *Национальный институт охраны труда, США.*

В.4 Аспекты опасности в аварийных/ненормальных условиях

В.4.1 Пожарная опасность

Пожарная опасность может включать в себя следующее:

1) в аварийных/аномальных условиях вблизи источников возгорания из-за перегрева и при прохождении легковоспламеняющихся газов могут возникать горючие/легковоспламеняющиеся концентрации этих газов. Если концентрации газов, таких как водород, достаточно для создания горючих/легковоспламеняющихся концентраций в присутствии горячих частей, то произойдет возгорание, которое приведет к пожару или взрыву. Все батареи, за исключением герметично закрытых типов, таких как NaNiCl и NaS, имеют средства для сброса внутреннего давления при перегреве, чтобы предотвратить взрыв от избыточного давления в аккумуляторе батареи;

2) возможно возникновение пожаров из-за перегрева электрических частей в ненормальных условиях, таких как короткие замыкания;

3) в некоторых СНЭЭБ используют инертные газы для пожаротушения. Эти газы не токсичны, но могут привести к случаям удушья работников, находящихся поблизости. Непреднамеренная утечка газов должна быть предотвращена.

В.4.2 Химическая опасность

Примеры химической опасности приведены далее:

a) опасность, связанная с жидкостью, такая как:

1) разъедающие разливы: жидкость с pH ≤ 2 или pH ≥ 11,5 считают едкой, она имеет уровень опасности 3 и в соответствии с *[7]* (таблица В.1) может привести к существенным или постоянным травмам глаз для человека, который соприкасается с ней. В некоторых системах, содержащих агрессивные жидкости, возможна утечка или разлив из системы в аварийных/ненормальных условиях. Батареи, содержащие едкие жидкости, должны иметь маркировку уровня опасности для здоровья 3 согласно *[7]*;

2) воздействие токсичных паров жидкости: существуют различные уровни токсичности паров жидкости, которые могут возникать в чрезвычайных ситуациях, таких как пожары и опасные утечки и разливы. Существует ряд уровней опасности, обозначенных в *[7]*:

- уровень 4: смертелен в чрезвычайных ситуациях. Любая жидкость, у которой концентрация насыщенных паров при температуре 20 °С равна или более чем в 10 раз превышает значение CL_{50} для острой токсичности при вдыхании, если значение CL_{50} для нее менее или равно 1000 ч/млн;
- уровень 3: может привести к существенным или постоянным травмам. Любая жидкость, концентрация насыщенных паров которой при температуре 20 °С равна или больше значения CL_{50} для острой токсичности при вдыхании, если CL_{50} для нее менее или равна 3000 ч/млн, и которая не соответствует критериям уровня опасности 4;
- уровень 2: может вызвать временную нетрудоспособность или остаточную травму в чрезвычайных ситуациях. Любая жидкость, концентрация насыщенных паров которой при температуре 20 °С равна или превышает одну пятую значения CL_{50} для острой токсичности при вдыхании, если CL_{50} для нее менее или равна 5000 ч/млн, и которая не соответствует критериям для степени опасности 3 или уровня опасности 4;
- уровень 1: может вызвать значительное раздражение в аварийных условиях. Туманы, у которых CL_{50} при острой токсичности при вдыхании превышает 10 мг/л, но менее или равна 200 мг/л;

b) окислители: существует вероятность присутствия в СНЭЭБ окислителей. Окислитель увеличит интенсивность горения других материалов. В *[8]* (приложение G) предоставлены информация об испытаниях для классификации окислителя и определения указанных окислителей в соответствии с их классификацией *[8]* (приложение G), а также руководство по мерам безопасности при наличии значительных экспонированных количеств окислителей, которые могут возникать в ненормальных условиях определенных технологий СНЭЭБ. Батареи, содержащие окислители, должны быть отмечены в разделе особой опасности согласно *[7]*;

c) твердые вещества: некоторые батарейные технологии содержат материалы, которые могут вступать в реакцию при контакте с влагой, включая влагу в воздухе. Хотя эти материалы не подвергаются воздействию влажности в нормальных условиях эксплуатации, они могут реагировать с ней в ненормальных условиях. Батареи, содержащие химически активные вещества, должны быть помечены соответствующим образом в ромбах безопасности *[7]*;

d) газы (токсичные газы): подобно токсичным парам, выделяющимся из жидкостей, существуют различные уровни опасности, связанные с ними, от уровня 4 до уровня 1:

1) уровень 4: газы, которые могут быть смертельными в чрезвычайных ситуациях; газы, у которых CL_{50} для острой токсичности при вдыхании менее или равна 1000 ч/млн;

2) уровень 3: газы, которые могут привести к существенным или постоянным травмам в чрезвычайных ситуациях; газы, у которых CL_{50} для острой токсичности при вдыхании более 1000 ч/млн, но менее или равна 3000 ч/млн;

3) уровень 2: газы, которые могут вызвать временную нетрудоспособность или остаточную травму в чрезвычайных ситуациях; газы, у которых CL_{50} для острой токсичности при вдыхании более 3000 ч/млн, но менее или равна 5000 ч/млн;

4) уровень 1: газы, которые могут вызывать значительное раздражение в чрезвычайных ситуациях; газы и пары, у которых CL_{50} для острой токсичности при вдыхании превышает 5000 ч/млн, но менее или равна 10 000 ч/млн.

Примечание — Как указано в *[7]*, CL_{50} для острой токсичности при вдыхании — это концентрация пара, тумана или пыли, которая при введении путем непрерывного вдыхания как самцам, так и самкам молодых взрослых крыс-альбиносов в течение 1 ч, скорее всего, вызовет смерть в течение 14 сут у половины обследованных животных. Критерии токсичности при вдыхании паров основаны на данных CL_{50}, относящихся к воздействию в течение 1 ч.

В.4.3 Электрические опасности

Примеры электрических опасностей приведены далее.

a) Удар электрическим током: цепи с напряжением *постоянного тока* более 50 В потенциально могут стать причиной поражения электрическим током, потому что лица, принимающие первые меры реагирования в аварийных ситуациях, не прошли обучения и не будут иметь *СИЗ*, которое имеется в наличии у обученных электриков при нормальных условиях обслуживания и текущего ремонта. Должна быть доступной информация для обслуживающего персонала и лиц, принимающих первые меры реагирования, о способах устранения опасности поражения электрическим током.

Кроме того, в аварийных условиях существует вероятность воздействия аварийного реагирования на части под напряжением, соприкасающиеся с проводящими жидкостями, такими как вода, и на части, находящиеся под напряжением и подвергающиеся воздействию в ненормальных условиях. Изготовители/установщики СНЭЭБ должны определить допустимое расстояние при нахождении от нее, а также тип и угол разбрызгивания воды для лиц, принимающих первые меры реагирования. Руководящие указания по аварийному реагированию должны касаться задачи изоляции опасных напряжений.

Примечание — Исследования UL по вопросу о потенциальном шоке для пожарных от разбрызгивания воды на пожарах фотоэлектрических установок показали, что опасность поражения электрическим током из-за применения воды зависит от напряжения, проводимости воды, расстояния и характера разбрызгивания.

Примеры

1 Небольшая подстройка от сплошного потока в направлении тумана (конуса с углом 10°) снижает измеренный ток ниже уровня восприятия.

2 Соленую воду не следует использовать в электрическом оборудовании под напряжением.

3 Определено расстояние, равное 6,1 м, для снижения потенциальной опасности поражения электрическим током от источника постоянного тока 1000 В до уровня ниже 2 мА, который считают безопасным.

b) Опасность поражения электрическим током, дуговой вспышкой и дуговым разрядом: как правило, лица, принимающие первые меры реагирования, не проходят обучения и не получают надлежащей защиты от опасности возникновения дуговой вспышки, дугового разряда и ударов, включая одежду, перчатки и т. п., что может привести к возникновению опасного электрического события во время аварийного реагирования. Изготовители должны предоставить руководство по аварийному реагированию относительно того, как уменьшить риск возникновения дуги и опасность взрыва.

c) Опасность накопленной энергии: СНЭЭБ, поврежденная во время чрезвычайного происшествия, может представлять потенциальную опасность удара током, дуги, взрыва и повторного возгорания. Обученный персонал, вызванный для оказания помощи в чрезвычайных ситуациях, должен иметь доступ на тот участок, на котором расположена СНЭЭБ, чтобы изолировать потенциально опасную энергию и, при необходимости, отводить энергию для предотвращения возможного повторного воспламенения некоторых технологий в последующее время. Для эксплуатации коммерческих и промышленных установок необходимо подготовить персонал для аварийного реагирования на месте. Для жилых и небольших коммерческих систем должен быть доступен для вызова обученный персонал с целью оказания первой помощи и реагирования, а также для сброса накопленной энергии в батареях для их удаления.

В.4.4 Физические опасности

Примеры физических опасностей приведены далее.

a) Опасное давление может возникнуть из-за перегрева оборудования и устройств, не имеющих средств для сброса давления (например, некоторые химические вещества, такие как проточные батареи и т. п.).

b) Потенциально горячие части.

c) Открытые части с опасной кинетической энергией, достаточной для причинения телесных повреждений пользователям, имеющим контакт с ними, например с открытыми лопастями вентилятора и т. д., в ненормальных условиях.

В.5 Коммерчески доступные батарейные технологии

В.5.1 Литий-ионные батареи (ЛИБ) (С-А)

Термин «литий-ионная батарея» относится к батарее, в которой материалы для отрицательного электрода (анода) и положительного электрода (катода) служат в качестве акцептора для иона лития (Li^+). Во время разряда ионы лития перемещаются от анода к катоду и внедряются в катод (в пустоты кристаллографической структуры).

Во время заряда ионы движутся в обратном направлении и внедряются в анод. Так как во время заряда или разряда ионы лития встраиваются в электродные материалы, в литий-ионном аккумуляторе отсутствует свободный металлический литий, и, таким образом, даже если элемент воспламеняется из-за воздействия внешнего пламени или внутреннего повреждения, методы подавления пожара для металла не применяют.

Рассмотрение опасностей для литий-ионных батарей при нормальных условиях эксплуатации:

a) пожарная опасность: возможно возгорание, при наличии в аккумуляторах скрытых дефектов или при неправильной работе элементов управления, которые должны препятствовать тепловому разгону аккумуляторов. Системы должны быть оценены на предмет их способности предотвращать распространение возгорания из-за этих дефектов;

b) химическая опасность: не применимо;

c) опасность поражения электрическим током: при регулярном обслуживании этих батарей возникают опасности поражения электрическим током, если они находятся под опасным уровнем напряжения и энергии;

d) опасности накопленной энергии: во время *ТО* возможны риски, связанные с накопленной энергией, если батареи не могут быть изолированы для *ТО* или замены;

e) физические опасности: не применимо.

Рассмотрение опасностей для литий-ионных батарей в аварийных/аномальных условиях:

1) пожарная опасность: возможен тепловой разгон, если батареи не поддерживаются при соответствующих рабочих параметрах в результате действия ненормальных условий. Кроме того, возможны пожары из-за короткого замыкания в ненормальных условиях;

2) химическая опасность: при ненормальных условиях в зависимости от размера аккумуляторов и уровня отказа возможно выделение газов в виде опасных паров;

3) опасность поражения электрическим током: опасность поражения электрическим током может присутствовать в ненормальных условиях, если система находится на опасном уровне напряжения и энергии;

4) опасность накопленной энергии: может иметь место потенциальная опасность воздействия от накопленной энергии, если батареи подвергаются ненормальным условиям эксплуатации. Поврежденные батареи могут содержать накопленную энергию, которая может представлять опасность при удалении, если не принять меры предосторожности;

5) физические опасности: в зависимости от конструкции системы существует вероятность возникновения физических опасностей в ненормальных условиях, если доступные части перегреваются или если имеются движущиеся опасные части, такие как вентиляторы, при отсутствии ограждений.

В.5.2 Свинцово-кислотные батареи (С-В)

В.5.2.1 Общее описание

Свинцово-кислотные батареи содержат диоксид свинца в качестве активного материала положительного электрода и металлический свинец в качестве отрицательного электрода с раствором серной кислоты с удельным весом 1,28 г/см^3 в качестве электролита. Во время разряда положительные и отрицательные электроды превращаются в сульфат свинца. Существует два основных типа свинцово-кислотных батарей:

a) свинцово-кислотные батареи открытого типа, также называемые свинцово-кислотными батареями с жидким электролитом;

b) свинцово-кислотные батареи с регулируемыми клапанами (VRLA), также называемые батареями с ограниченным количеством электролита или необслуживаемыми батареями.

Свинцово-кислотные батареи открытого типа требуют постоянного обслуживания электролита, и содержимое батареи открыто для атмосферы через вентиляционный узел/пламегаситель. Батареи VRLA, как правило, герметичны для атмосферы и содержат клапан, который может открываться при повышении давления в батарее, а затем снова закрываться. Электролит в батареях VRLA иммобилизуется либо за счет использования гелевого электролита, либо за счет абсорбции электролита в пористом стекловолоконном сепараторе в виде стекломата.

В.5.2.2 Свинцово-кислотные батареи открытого типа

Рассмотрение опасностей для свинцово-кислотных батарей открытого типа при нормальных условиях эксплуатации:

a) пожарная опасность: образование водорода связано с протеканием зарядного тока после полного заряда батареи. Этот ток увеличивается с повышением температуры батареи и усиливается чрезмерным зарядным напряжением (U > 2,45 В/эл.). *ГОСТ Р МЭК 62485-2* содержит соответствующее руководство по данному вопросу. При разряде водород не образуется, но может происходить небольшое высвобождение из батареи в форме водорода, захваченного в отрицательной активной массе при заряде и высвобождаемого во время разряда;

b) химическая опасность: существует вероятность контакта с сернокислотным электролитом, т. к. эти батареи требуют *ТО* и открыты для атмосферы. Персонал, работающий рядом с этими батареями, должен использовать надлежащие *СИЗ* и не допускать контакта с кислотой при работе с батареями. Эти системы должны быть обеспечены контролем разлива и нейтрализацией в соответствии с кодами;

c) опасность поражения электрическим током: при регулярном *ТО* этих батарей возникают опасности поражения электрическим током, если они находятся под опасным уровнем напряжения и энергии;

d) опасность накопленной энергии: во время *ТО* может возникнуть опасность из-за накопленной энергии, если батареи не могут быть изолированы для проведения *ТО* или замены батарей.

Рассмотрение опасностей для свинцово-кислотных батарей открытого типа в аварийных/ненормальных условиях следующие:

1) пожарная опасность: существует вероятность возрастания концентрации водорода в свинцово-кислотных батареях открытого типа из-за перегрева в ненормальных условиях, если место, в котором расположены батареи, не вентилируется должным образом. Еще один случай, который может возникать при ненормальных условиях, — это вероятность короткого замыкания в сильноточных цепях;

2) химическая опасность: существует вероятность контакта с агрессивным сернокислотным электролитом в случае возникновения ненормальных условий, если кислота вытечет или будет вытекать через отверстия, которые могут быть образованы, если защитная оболочка от разлива отсутствует или недостаточна для удержания значительного количества вытекшего электролита. В чрезвычайных ситуациях сотрудники служб реагирования должны быть осведомлены о возможных разливах кислоты и принимать соответствующие меры предосторожности в отношении этих батарей;

3) опасность поражения электрическим током: опасность поражения электрическим током может присутствовать в ненормальных условиях, если система находится на опасном уровне напряжения и энергии;

4) опасность накопленной энергии: может возникнуть опасность накопленной энергии из-за того, что батареи подвержены ненормальным условиям.

B.5.2.3 Свинцово-кислотные батареи с регулируемыми клапанами (VRLA)

При нормальных условиях эксплуатации для батарей VRLA необходимо учитывать следующие факторы опасности:

a) пожарная опасность: аккумуляторы VRLA и моноблоки выделяют водород при любых условиях эксплуатации. Требования к вентиляции установлены в *ГОСТ Р МЭК 62485-2* для нормальных условий и условий наддува при соблюдении соответствующего безопасного расстояния между вентиляционным отверстием и ближайшим источником искры или тепла. При ненормальной работе, т. е. в условиях перезаряда, количество выделяемого водорода может возрасти в 50 и более раз;

b) химическая опасность: эти батареи относятся к типу с ограниченным количеством электролита, поэтому не должно быть воздействия агрессивных электролитов при нормальных условиях эксплуатации;

c) опасность поражения электрическим током: при регулярном *ТО* этих батарей возникают опасности поражения электрическим током, если они находятся под опасным уровнем напряжения и энергии;

d) опасности накопленной энергии: во время *ТО* возможны опасности, связанные с накопленной энергией, если батареи не могут быть изолированы для проведения *ТО* или замены батарей.

Ниже перечислены факторы опасности для аккумуляторов VRLA в аварийных/аномальных условиях:

1) пожарная опасность: существует вероятность выделения водорода при эксплуатации в ненормальных условиях, когда батареи перегреваются, что может представлять потенциальную опасность пожара из-за достижения горючих концентраций. Кроме того, может возникнуть вероятность теплового разгона, если батареи не поддерживаются при соответствующих рабочих параметрах, а также возможны пожары из-за короткого замыкания в ненормальных условиях;

2) химическая опасность: хотя эти батареи содержат едкий электролит, в них практически отсутствует свободный электролит, который может привести к разливу, подобному открытым типам. Возможно незначительное выделение следов электролита или потенциальная утечка при ненормальных условиях, если батареи трескаются или протекают;

3) опасность поражения электрическим током: опасность поражения электрическим током может присутствовать в ненормальных условиях, если система находится на опасном уровне напряжения и энергии;

4) опасности накопленной энергии: может существовать потенциальная опасность накопленной энергии, если батареи подвергаются ненормальным условиям. Поврежденные батареи могут содержать накопленную энергию, которая может представлять опасность при демонтаже или удалении, если не принять надлежащие меры.

B.5.3 Никелевые батареи (C-B)

B.5.3.1 Общее описание

Никелевые батареи для стационарного применения подразделяют на две основные технологии: никель-кадмиевые (Ni-Cd) и никель-металлгидридные (Ni-MH). Никель-кадмиевые батареи содержат активный гидроксид никеля (положительный электрод), кадмий (отрицательный электрод) и раствор гидроксида калия в качестве электролита. Никель-кадмиевые батареи для стационарных применений могут представлять собой вентилируемые ламельные или спеченные пластины, которые состоят из нескольких элементов в моноблочной батарее, аналогичной свинцово-кислотной батарее открытого типа, а также вентиляционные отверстия для обслуживания электролита. Никель-кадмиевые аккумуляторы также могут быть герметичного типа, например: никель-кадмиевые аккумуляторы с войлочными электродами, которые герметичны и снабжены предохранительным клапаном, аналогичным аккумуляторам батареи VRLA. Никель-металлгидридные батареи содержат активный гидроксид никеля для положительного электрода, сплав гидрида металла для отрицательного электрода и раствор гидроксида калия в качестве электролита. Никель-металлгидридные батареи имеют герметичную конструкцию либо с одним аккумулятором, либо с моноблочной конструкцией с несколькими внутренними аккумуляторами и снабжены закрываемым клапаном для сброса давления, аналогичным батарее VRLA.

B.5.3.2 Никель-кадмиевые (Ni-Cd) батареи

При нормальных условиях эксплуатации для никель-кадмиевых батарей необходимо учитывать следующие факторы:

a) пожарная опасность: существует вероятность повышения концентрации водорода в никель-кадмиевых батареях открытых типов, если место, в котором расположены батареи, не проветривается надлежащим образом. Это следует иметь в виду, если установка соответствует кодам;

b) химическая опасность: существует вероятность контакта с коррозионным/едким электролитом гидроксида калия, так как эти батареи требуют *ТО* и открыты для атмосферы. Лица, работающие с этими батареями, должны использовать надлежащие *СИЗ* и стараться не допускать контакта с едким электролитом при работе с батареями. Эти системы должны быть оснащены системой контроля и ликвидации разливов с нейтрализацией, в соответствии с действующим законодательством и правилами, действующими в определенном регионе;

c) опасность поражения электрическим током: при *ТО* этих батарей возникают опасности поражения электрическим током, если они находятся под опасным уровнем напряжения и энергии;

d) опасности накопленной энергии: во время *ТО* возможны риски, связанные с накопленной энергией, если батареи не могут быть изолированы для проведения *ТО* или замены;

e) физические опасности: не применимо.

Рассмотрение опасностей для никель-кадмиевых батарей в аварийных/ненормальных условиях:

1) пожарная опасность: в никель-кадмиевых батареях открытых типов существует вероятность повышения концентрации водорода вследствие перегрева из-за ненормальных условий, если место, в котором расположены батареи, не проветривается надлежащим образом. Другим случаем потенциальной вероятности прецендентов во время эксплуатации батарей в ненормальных условиях может стать возможность короткого замыкания в сильноточных цепях;

2) химическая опасность: существует вероятность контакта с разъедающим/едким электролитом гидроксида калия во время эксплуатации батарей в ненормальных условий, в случае утечки электролита или наличия сквозных отверстий, вероятность которых возможна, если защитная оболочка от разлива отсутствует или недостаточна для удержания большого количества вытекшего электролита. В случае возникновения чрезвычайной ситуации сотрудники службы реагирования должны быть осведомлены о возможных разливах щелочи и принимать соответствующие меры предосторожности в отношении этих батарей. Никель-кадмиевые батареи содержат кадмий, который является токсичным и опасным отходом. Хотя это и неопасно в нормальных условиях, но он может присутствовать в парах горящих батарей;

3) опасность поражения электрическим током: опасность поражения электрическим током может присутствовать при эксплуатации в ненормальных условиях, если система находится на опасном уровне напряжения и энергии;

4) опасности накопленной энергии: при хранении батарей под воздействием ненормальных условий они могут содержать опасные уровни энергии. Поврежденные батареи могут содержать накопленную энергию, которая может представлять опасность при утилизации, если не принять надлежащие меры предосторожности;

5) физические опасности: в зависимости от конструкции системы существует вероятность возникновения физических опасностей при работе в ненормальных условиях, если доступные части перегреваются или при наличии движущихся опасных частей, таких как вентиляторы, при отсутствии ограждений.

B.5.3.3 Никель-металлгидридные (Ni-MH) батареи

При нормальных условиях эксплуатации никель-металлгидридных батарей необходимо учитывать следующие факторы опасности:

a) пожарная опасность: при нормальных условиях эксплуатации не должно образовываться горючего газа, если батареи эксплуатируются так, как это предусмотрено, для предотвращения перегрева и теплового разгона;

b) химическая опасность: эти батареи относятся к типу с ограниченным количеством электролита, поэтому не должно быть воздействия агрессивного электролита при нормальных условиях эксплуатации;

c) опасность поражения электрическим током: при *ТО* этих батарей возникают опасности поражения электрическим током, если они находятся под опасным уровнем напряжения и энергии;

d) опасности накопленной энергии: во время *ТО* возможны риски, связанные с накопленной энергией, если батареи не могут быть изолированы для проведения *ТО* или замены;

e) физические опасности: не применимо.

Рассмотрение опасности для никель-металлгидридных батарей в аварийных/ненормальных условиях:

1) пожарная опасность: существует вероятность выделения газа в виде водорода при ненормальных условиях, когда батареи перегреваются. Это может представлять потенциальную опасность пожара при образовании горючих концентраций. Может возникнуть вероятность теплового разгона, если батареи не поддерживаются при соответствующих рабочих параметрах. Кроме того, возможны пожары из-за короткого замыкания в ненормальных условиях;

2) химическая опасность: хотя эти батареи содержат едкий электролит, в них не содержится такое количество свободного электролита, которое может привести к разливу, подобному открытым типам. В случае появления трещин или утечки в батарейном отсеке может произойти некоторое образование электролита или вероятна утечка

при функционировании в ненормальных условиях. При горении никель-металлгидридных батарей могут выделяться токсичные пары, в том числе пары оксида кобальта, пары оксида никеля и т. д.;

3) опасность поражения электрическим током: опасность поражения электрическим током может присутствовать в ненормальных условиях, если система находится на опасном уровне напряжения и энергии;

4) опасности накопленной энергии: может существовать потенциальная опасность накопленной энергии, если батареи, в которых еще могут быть опасные уровни энергии, подвергаются воздействию ненормальных условий при эксплуатации. Поврежденные батареи могут содержать накопленную энергию, которая может представлять опасность при удалении, если не принять меры предосторожности;

5) физические опасности: в зависимости от конструкции системы существует вероятность возникновения физических опасностей при эксплуатации в ненормальных условиях, если доступные части перегреваются, или при наличии движущихся опасных частей, таких как вентиляторы, при отсутствии ограждений.

B.5.4 Высокотемпературные натриевые батареи (C-C)

B.5.4.1 Общее описание

Высокотемпературные натриевые батареи, иногда называемые натриевыми бета-батареями или батареями с расплавленной солью, представляют собой герметично закрытые батареи с металлическим натрием в качестве отрицательного электрода и керамическим бета-оксидом алюминия в качестве электролита. Эти батареи работают при высоких температурах от 270 °C до 350 °C, так что активные материалы находятся в расплавленном состоянии и обеспечивают ионную проводимость. Существует два типа коммерчески доступных высокотемпературных натриевых батарей: натрий-серные и натрий-никельхлоридные. Натрий-серные батареи состоят из натриевого отрицательного электрода, бета-глиноземного электролита и положительного электрода из серы, их рабочая температура находится в диапазоне температур от 310 °C до 370 °C. Натрий-никельхлоридные батареи состоят из натриевого отрицательного электрода, бета-оксида алюминия в качестве электролита и положительного электрода, который может состоять из никеля, хлорида никеля или хлорида натрия; их рабочая температура находится в диапазоне температур от 270 °C до 350 °C.

B.5.4.2 Натрий-серные (Na-S) батареи

При нормальных условиях эксплуатации для батарей Na-S необходимо учитывать следующие факторы опасности:

a) пожарная опасность: существует вероятность возникновения пожара, если в аккумуляторах имеются скрытые дефекты или при неправильной работе элементов управления, которые должны препятствовать тепловому разгону аккумуляторов. Системы должны быть оценены на предмет их способности предотвращать распространение возгорания из-за этих дефектов;

b) химическая опасность: не применимо. Батареи содержат реагирующий с водой натрий, но системы герметично закрыты;

c) опасность поражения электрическим током: при *ТО* этих батарей возникают опасности поражения электрическим током, если они находятся под опасным уровнем напряжения и энергии;

d) опасность накопленной энергии: не применимо;

e) физические опасности: не должно быть опасностей, связанных с применением этих батарей, если конструкции имеют достаточную изоляцию для предотвращения воздействия горячих поверхностей, потому что эти батареи работают при высоких температурах при нормальных условиях эксплуатации.

Рассмотрение опасности для батарей Na-S в аварийных/ненормальных условиях:

1) пожарная опасность: эти системы могут подвергаться тепловому разгону из-за дефектов в аккумуляторах или при неправильной работе элементов управления, которые должны препятствовать тепловому разгону. В больших энергетических системах к пожару могут привести ряд ненормальных условий, таких как короткое замыкание;

2) химическая опасность: существует вероятность воздействия опасных материалов, реагирующих с водой, если герметичные уплотнения повреждены и натрий подвергается воздействию атмосферы. Для устранения воздействия в ненормальных условиях необходимы *СИЗ*;

3) опасность поражения электрическим током: опасность поражения электрическим током может присутствовать в ненормальных условиях, если система находится на опасном уровне напряжения и энергии;

4) опасность накопленной энергии: существует потенциальная опасность накопленной энергии, если батареи подвергаются воздействию ненормальных условий, в которых они могут содержать опасные уровни энергии;

5) физические опасности: в зависимости от конструкции системы существует вероятность физических опасностей в ненормальных условиях, если доступные части перегреваются.

B.5.4.3 Натрий-никельхлоридные батареи

Рассмотрение опасности для натрий-никельхлоридных батарей при нормальных условиях эксплуатации:

a) пожарная опасность: существует вероятность возникновения пожара, если в аккумуляторах имеются скрытые дефекты или при неправильной работе элементов управления, которые должны препятствовать тепловому разгону аккумуляторов. Системы должны быть оценены на предмет их способности предотвращать распространение возгорания из-за этих дефектов;

b) химическая опасность: не применимо. Хотя натрий реагирует с водой, но системы герметично закрыты;

c) опасность поражения электрическим током: при *ТО* этих батарей возникают опасности поражения электрическим током, если они находятся под опасным уровнем напряжения и энергии;

d) опасность накопленной энергии: не применимо;

e) физические опасности: не должно быть никаких опасностей, связанных с этими батареями, если конструкция имеет достаточную изоляцию для предотвращения воздействия горячих поверхностей, потому что эти батареи работают при высоких температурах при нормальных условиях эксплуатации.

Рассмотрение опасностей для натрий-никельхлоридных батарей в аварийных/ненормальных условиях эксплуатации:

1) пожарная опасность: эти системы могут подвергаться тепловому разгону из-за дефектов в аккумуляторах и схеме защиты. В больших энергетических системах к пожару могут привести ряд ненормальных условий, таких как короткое замыкание;

2) химическая опасность: существует вероятность воздействия опасных материалов, реагирующих с водой, если герметичные уплотнения повреждены и натрий подвергается воздействию атмосферы. Для устранения воздействия в ненормальных условиях необходимо применение *СИЗ*;

3) опасность поражения электрическим током: опасность поражения электрическим током может присутствовать при функционировании батареи в ненормальных условиях, если система находится на опасном уровне напряжения и энергии;

4) опасность накопленной энергии: существует потенциальная угроза накопленной энергии, если батареи, в которых может содержаться опасный уровень энергии, подвергаются ненормальным условиям;

5) физические опасности: в зависимости от конструкции системы существует вероятность физических опасностей при их функционировании в ненормальных условиях, если доступные части перегреваются.

B.5.5 Проточные батареи

B.5.5.1 Общее описание

Проточная батарея является компонентом устройства накопления энергии, аналогичным топливному элементу, и хранит свои активные материалы в форме двух электролитов, внешних по отношению к границе раздела реактора. При использовании электролиты перемещаются между реактором и резервуарами, предназначенными для электролитов. Двумя коммерчески доступными технологиями проточных батарей являются цинк-бром и ванадий-редокс. Цинк-бромные батареи содержат цинк на отрицательном электроде и бромид на положительном электроде с водным раствором, содержащим бромид цинка и другие соединения, содержащиеся в двух отдельных резервуарах. Во время заряда энергия накапливается в виде металлического цинка в элементе и полибромида в катодном резервуаре. Во время разряда цинк окисляется до оксида цинка, а бром восстанавливается до бромида. Ванадиевые окислительно-восстановительные батареи содержат соли ванадия на различных степенях окисления в сернокислом электролите. Заряд и разряд батареи изменяет степень окисления ванадия в растворах электролитов.

B.5.5.2 Ванадиевые редокс-батареи

При нормальных условиях эксплуатации окислительно-восстановительных ванадиевых батарей необходимо учитывать следующие факторы опасности:

a) пожарная опасность: имеется вероятность возникновения пожара в обычных электрических компонентах, таких как *ППЭ*, вентилятор или насос;

b) химическая опасность: батареи содержат едкую жидкость, которая может представлять угрозу безопасности при нормальных условиях, при необходимости обращаться/пополнять электролит как часть *ТО*;

c) опасность поражения электрическим током: при регулярном *ТО* этих батарей возникают опасности поражения электрическим током, если они имеют опасные уровни напряжения и энергии;

d) опасность накопленной энергии: во время *ТО* может возникнуть опасность накопленной энергии, если батареи не могут быть изолированы для проведения *ТО* или замены батарей;

e) физические опасности: не применимо.

Рассмотрение опасностей для ванадиевых редокс-батарей в аварийных/ненормальных условиях эксплуатации:

1) пожарная опасность: едкие жидкости могут испаряться, образуя легковоспламеняющиеся газы (например, водород). Также могут быть риски, связанные с балансом перегрева компонентов установки и созданием потенциальной опасности возникновения пожара при функционировании в ненормальных условиях;

2) химическая опасность: существует значительное количество агрессивных веществ;

3) опасность поражения электрическим током: опасность поражения электрическим током может присутствовать при функционировании в ненормальных условиях, если система находится на опасном уровне напряжения и энергии;

4) опасность накопленной энергии: не применимо;

5) физические опасности: в зависимости от конструкции системы существует вероятность возникновения физических опасностей при эксплуатации в ненормальных условиях: если доступные части перегреваются; если недостаточный сброс давления при перегреве системы и выделении газа или при воздействии способных к перемещению опасных частей, таких как вентиляторы или открытые части насоса, при отсутствии ограждений.

B.5.5.3 Проточные батареи на основе цинк-брома (ZnBr)

Положения об опасности для проточных батарей на основе ZnBr при нормальных условиях эксплуатации следующие:

a) пожарная опасность: не применимо;

b) химическая опасность: эти батареи содержат электролит с бромистым цинком, который является коррозийным (кислотным) и токсичным с уровнем классификации опасности 3 в соответствии с *[7]*. Электролит должен быть надежно герметизирован в системе, так что для нормальных условий эксплуатации контакт с ним может быть, только если необходимо добавить электролит в ходе *ТО* или установки батареи;

c) опасность поражения электрическим током: при *ТО* этих батарей возникают опасности поражения электрическим током, если они находятся под опасным уровнем напряжения и энергии;

d) опасность накопленной энергии: не применимо;

e) физические опасности: не применимо.

Рассмотрение опасностей для проточных батарей на основе ZnBr в аварийных/ненормальных условиях эксплуатации:

1) пожарная опасность: может возникнуть перегрев компонентов установки и возникновение опасности возникновения пожара в ненормальных условиях;

2) химическая опасность: эти батареи содержат электролит на основе бромистого цинка, который является коррозийным (кислотным) и токсичным с уровнем классификации опасности 3 в соответствии с *[7]*. В ненормальных условиях следует соблюдать надлежащие меры безопасности при возможном разливе электролита;

3) опасность поражения электрическим током: опасность поражения электрическим током может присутствовать в ненормальных условиях, если система находится на опасном уровне напряжения и энергии;

4) опасности накопленной энергии: не применимо;

5) физические опасности: в зависимости от конструкции системы существует вероятность возникновения физических опасностей при работе в ненормальных условиях: если доступные части перегреваются; если не происходит достаточного сброса давления, когда система перегревается и образуется газ, или если существует опасность перемещения деталей, таких как вентиляторы или открытые детали насоса, при отсутствии защитных кожухов.

B.5.6 Литий-металлические, твердотельные батареи (C-Z)

B.5.6.1 Общее описание

Литий-металлические батареи, в которых использованы жидкие электролиты, были разработаны для коммерческого использования, но при этом оставались вопросы, связанные с безопасностью и рабочими характеристиками при эксплуатации. Эти батареи не разрабатывают в настоящее время для накопления энергии. В коммерчески доступных литий-металлических батареях, используемых для СНЭЭБ, не применяют жидкие электролиты. В современных технологиях литий-металлических батарей используют твердые полимерные электролиты, отрицательный электрод из металлического лития и катод из оксида металла, такого как оксид ванадия, в сочетании с солью лития и полимером для формирования пластичного композита. Для активации литий-металлические батареи типа SPE[1)] должны быть нагреты до температуры от 60 °C до 80 °C.

Рассмотрение опасностей для литий-металлических батарей при нормальных условиях эксплуатации:

a) пожарная опасность: существует вероятность возникновения пожара, если в аккумуляторах имеются дефекты или при неправильной работе элементов управления, которые должны препятствовать тепловому разгону аккумуляторов. Системы должны быть оценены на предмет их способности предотвращать распространение возгорания из-за наличия этих дефектов;

b) химическая опасность: данные о значительных прямых опасностях отсутствуют;

c) опасность поражения электрическим током: при проведении *ТО* этих батарей возникают опасности поражения электрическим током, если они находятся под опасным уровнем напряжения и энергии;

d) опасности накопленной энергии: во время проведения *ТО* возможны риски, связанные с накопленной энергией, если батареи не могут быть изолированы для *ТО* или замены;

e) физические опасности: не применимо.

Рассмотрение опасностей для литий-металлических батарей в аварийных/ненормальных условиях эксплуатации:

1) пожарная опасность: возможен термический разгон, если параметры аккумуляторов батареи выходят за пределы соответствующих рабочих зон в результате ненормальных условий и если их не оценивают на способность предотвращать распространение возгорания из-за скрытых дефектов. Кроме того, возможны пожары из-за вероятности возникновения короткого замыкания в ненормальных условиях эксплуатации;

2) химическая опасность: существует потенциальная опасность воздействия воды на металлический литий;

3) опасность поражения электрическим током: опасность поражения электрическим током может присутствовать при работе в ненормальных условиях, если система находится на опасном уровне напряжения и энергии;

4) опасности накопленной энергии: может существовать потенциальная опасность накопленной энергии, если батареи, которые могут содержать опасные уровни энергии, при эксплуатации подвергаются воздействию ненормальных условий. Поврежденные батареи могут содержать накопленную энергию, потенциально опасную при удалении, если не принять меры предосторожности;

[1)] *Solid polymer electrolyte — твердый полимерный электролит.*

5) физические опасности: в зависимости от конструкции системы существует вероятность возникновения физических опасностей при работе в ненормальных условиях, если доступные части перегреваются или при наличии движущихся опасных частей, таких как вентиляторы, при отсутствии ограждений.

В.6 Другие технологии

Другие технологии будут добавляться в дальнейшем по мере промышленного освоения.

Приложение С
(справочное)

Полномасштабные огневые испытания на СНЭЭБ

Полномасштабное огневое испытание СНЭЭБ предназначено для оценки огневых характеристик СНЭЭБ, которая подвергается тепловому разгону. Полученные данные могут быть использованы для определения защиты от пожара и взрыва, необходимой при установке СНЭЭБ. Пример такого типа метода испытаний приведен в *[9]*.

Испытание инициируется путем установления условия теплового разгона, которое приводит к воспламенению в СНЭЭБ. Метод испытаний, описанный в *[9]*, состоит из нескольких этапов: испытание на уровне аккумуляторов; испытание на уровне модулей; испытание на уровне блоков и испытание на уровне установки. Этапы испытаний на уровне аккумуляторов и модулей являются этапами сбора информации для испытаний на уровне блоков и установки. Ниже приведена информация, сформированная в ходе этих испытаний:

a) уровень аккумулятора: отдельный аккумулятор выводится из строя таким образом, что приводит к тепловому разгону и возгоранию с помощью подходящего метода, такого как внешний нагрев. Регистрируют такие данные, как содержание выделяемых газов, температура при стравливании и температура при тепловом разгоне;

b) уровень модуля: один или несколько аккумуляторов в модуле СНЭЭБ выводят из строя способом, определенным во время испытаний уровня аккумуляторов. Формируют такие данные, как распространение возгорания в модуле, температура в выведенном из строя аккумуляторе и окружающих аккумуляторах, содержание выделяемых газов и данные о выделении тепла;

c) уровень блока: СНЭЭБ в сборе устанавливают в окружении целевых (например, фиктивных) СНЭЭБ и стен на расстоянии, как это предполагается при ее установке. Проверка уровня модуля повторяется на модуле, расположенном в наиболее неблагоприятном месте СНЭЭБ. Формируют такие данные, как температура внутри СНЭЭБ, на окружающих стенах и целевых СНЭЭБ; воздействующий на стены и целевые СНЭЭБ тепловой поток; наблюдение за распространением возгорания от СНЭЭБ к целевым частям и стенам, а также наблюдение за взрывами или свидетельствами повторного возгорания в СНЭЭБ; тепловыделение, содержание газов;

d) уровень установки: данное испытание является повторением испытания на уровне блока с испытанием, проводимым в помещении для испытаний и с установленной системой пожаротушения, а также с любыми подвесными кабелями (которые могут привести к распространению огня). Испытание предназначено для проверки системы пожаротушения для установки СНЭЭБ. Формируют такие данные, как температура внутри СНЭЭБ, на окружающих стенах и целевых СНЭЭБ; падающий тепловой поток на стены и целевым СНЭЭБ; распространение возгорания от СНЭЭБ к целевым объектам, стенам или подвесным кабелям и любые наблюдаемые взрывные инциденты или повторное воспламенение в СНЭЭБ; содержимое выделяющихся газов (при необходимости) и выделения тепла.

Данные и другие сведения, сформированные в результате указанных выше этапов испытаний, используют для определения пригодности мер защиты, применяемых в установке СНЭЭБ. К ним относят следующие:

1) контроль размера, расстояния разделения и максимального числа СНЭЭБ для установки на основе данных, собранных во время испытаний;

2) пригодность конструкции установки на основе измеренных температур и наблюдаемого распространения огня;

3) пригодность средств пожаротушения для установки СНЭЭБ на основе температур и наблюдаемого распространения огня;

4) проектирование вентиляции, защиты от выделяющихся газов и дефлаграции, необходимой в рамках установки в соответствии с действующими в определенном регионе нормами и правилами на основе информации о выделении газа;

5) расположение и тип обнаруживаемого газа в установке СНЭЭБ на основе информации о выделении газа;

6) противопожарная дверь СНЭЭБ должна быть выбрана так, чтобы пожарные могли ей воспользоваться.

Приложение D
(справочное)

Методы испытаний для защиты от опасностей, возникающих от окружающей среды

D.1 Общие положения

В настоящее приложение включены методы испытаний для подтверждения соответствия 8.2.9.1, 8.2.9.2 и 8.2.9.3. Они основаны на методах испытаний, установленных в *[10]*.

D.2 Установки наружного размещения, подверженные воздействию влаги

Испытание СНЭЭБ, предназначенной для установки на открытом воздухе, где на нее будет воздействовать определенный уровень влажности, должно быть проведено в соответствии с ее характеристиками устойчивости к воздействию внешних факторов, указанными в паспортных данных и инструкциях по установке СНЭЭБ.

Испытания на пылевлагозащищенность следует проводить в соответствии со стандартом на степень защиты, обеспечиваемой корпусами (код IP) согласно *ГОСТ 14254* (или другим соответствующим стандартом, при наличии) на основании характеристик системы, указанных в паспорте.

По завершении испытания образец должен быть подвергнут испытаниям на сопротивление электрической изоляции в 8.2.1.5 (или другому соответствующему стандарту, при наличии) и проверен на наличие тех признаков воды в системе, которые могут привести к опасному состоянию системы.

В результате воздействия воды не должно быть признаков наличия воды на деталях, которые могут привести к опасности, а также не должно быть уменьшения промежутка или разрушения/ухудшения уровня изоляции.

D.3 Наружная установка вблизи морской среды

Испытание СНЭЭБ, предназначенной для установки на открытом воздухе вблизи морской среды в соответствии с инструкциями по установке, где она будет подвергаться воздействию соляного тумана, должно быть проведено, как указано ниже.

СНЭЭБ должна быть испытана в соответствии с *[6]* для уровня жесткости 1 или 2.

По завершении испытаний СНЭЭБ должна быть подвергнута испытаниям на сопротивление электрической изоляции согласно 8.2.1.5 (или другому соответствующему стандарту, при наличии), чтобы определить, что изоляция не повреждена таким образом, что это приведет к опасности поражения электрическим током.

СНЭЭБ должна быть проверена на наличие признаков повреждения в результате воздействия соли, которые могут указывать на потенциальную угрозу безопасности (например, коррозия деталей, которая может привести к ослаблению крепления или оболочки, повреждению изоляции). В рабочем состоянии СНЭЭБ должна функционировать для определения того, что система может делать это безопасно.

В результате испытания СНЭЭБ не должна иметь повреждения от воздействия соляного тумана, которое может привести к таким опасностям, как поражение электрическим током, перегрев или повреждение, которые могут привести к физической опасности.

Приложение Е
(справочное)

Информация для проверки управления безопасностью жизненного цикла СНЭЭБ

Е.1 Общие положения

Настоящее приложение предоставляет заинтересованным сторонам по эксплуатации и ТО соответствующую информацию для поддержания безопасности СНЭЭБ в течение всего срока ее службы. Чтобы сохранить СНЭЭБ в безопасном состоянии, заинтересованные стороны, отвечающие за ее эксплуатацию и обслуживание, а также изготовители и интеграторы должны поддерживать связь и сотрудничать друг с другом, чтобы использовать информацию, изложенную в настоящем приложении.

Е.2 Общее введение

В течение срока службы СНЭЭБ химическое состояние *ПЭАЭ* постоянно изменяется из-за процессов заряда, разряда и ухудшения вследствие ее износа. Рабочие и обслуживающий персонал СНЭЭБ также могут время от времени меняться.

Поэтому необходимо предотвращать инциденты с помощью упреждающего подхода. Ожидается, что будет иметь место сочетание постоянного мониторинга данных о состоянии СНЭЭБ по сети связи (например, Интернет-вещей) и постоянного наблюдения работниками (например, просмотр видеонаблюдения, патрулирование на месте). Также необходимо сохранять все руководства, наборы и средства для обеспечения безопасности необученного персонала и населения.

Е.3 Процесс эксплуатации и технического обслуживания

Процесс эксплуатации и *ТО* СНЭЭБ должен регулироваться руководящими принципами, руководствами, оценкой рисков и применением национальных и специальных правил в соответствии с 7.13.1.2 и разделом 9. Эта процедура должна быть гарантирована третьей стороной для подтверждения того, что СНЭЭБ может поддерживаться и эксплуатироваться в безопасном состоянии.

Е.4 Плановое обслуживание

Плановое *ТО* следует проводить в соответствии с 7.13.1.3. Дополнительные рекомендуемые методы планового *ТО* описаны ниже.

Идентификационные данные (ID) эксплуатирующего и обслуживающего персонала должны быть зарегистрированы вместе с квалификацией и записями об обучении. Все идентификаторы эксплуатирующего и обслуживающего персонала должны быть записаны каждый раз после проведения *ТО*.

Все замены расходных материалов и выполненные инженерные работы должны быть зафиксированы как информация о проведении *ТО*.

Во время *ТО* на месте установки должны быть выполнены следующие операции:

- подтверждение правильности работы подсистем и креплений подсистем;
- подтверждение физического и информационного обмена между подсистемами;
- проверка чистоты фильтров в подсистемах кондиционирования воздуха;
- проверка работы измерительных приборов, автоматических выключателей и подсистем кондиционирования воздуха;
- визуальный и эксплуатационный контроль и, при необходимости, очистка *ПЭАЭ* (например, удаление наслоений, таких как пролитый электролит, грязь вокруг клемм, продукты миграции и коррозии);
- проверка надежности кабеля в соответствии с применимыми стандартами;
- контроль работоспособности подсистемы *HBKB* в соответствии с применимыми стандартами;
- проверка работоспособности систем мониторинга в целом;
- аудит работоспособности подсистемы обнаружения, пожаротушения и пожарной сигнализации в соответствии с применимыми стандартами.

Е.5 Измерение и мониторинг надежности системы

Измерение и мониторинг надежности системы должны быть проведены в соответствии с 7.13.1.4.

Е.6 Обучение персонала

Следует проводить периодическое обучение персонала в соответствии с руководством по обучению технике безопасности, разработанным согласно 7.13.1.5. Чтобы поддерживать условия безопасности СНЭЭБ, должны быть предусмотрены не только общепринятое обучение по технике безопасности, но и тренировки по подготовке к действиям в чрезвычайных ситуациях. Например, в случае неисправности подсистем автоматическое средство пожаротушения может не работать на пожаре, поэтому необходимо обучить процессу ручного пожаротушения.

Это обучение действиям в аварийных ситуациях следует проводить руководителю объекта или руководителю по эксплуатации.

Е.7 Частичное изменение системы

Частичное изменение подсистемы или устройства должно быть отмечено в соответствии с 7.13.2. При проведении контрольных испытаний после частичной замены системы следует обратить внимание на аспект безопасности. Помехи и риск взаимного влияния между подсистемами, риск распространения тепла и ЭМС трудно проверить перед контрольным испытанием, поэтому руководителю объекта или руководителю по эксплуатации необходимо уделить внимание условиям безопасности не только с помощью подтверждающего испытания, но и путем проверок после подтверждающего испытания в течение нескольких часов или нескольких недель.

Е.8 Пересмотр конструкции

Пересмотр конструкции безопасности должен быть выполнен в соответствии с 7.13.3. Во время этого процесса следует обратить внимание на область применения СНЭЭБ. При замене подсистемы целиком следует пересмотреть проект безопасности. В некоторых случаях замену внутренних устройств подсистем необходимо выполнять с пересмотром проекта безопасности несмотря на его трудоемкость, так как это может быть причиной инцидентов СНЭЭБ. Поэтому руководителю объекта или руководителю по эксплуатации следует заранее обратить внимание на влияние относительно общей безопасности СНЭЭБ. Они должны обратиться к системному интегратору или изготовителю с просьбой провести анализ рисков безопасности СНЭЭБ (например, АВПКО и т. д.). В частности, следует запрашивать анализ при замене систем защиты, управления и контроля, а также оборудования для обеспечения безопасности.

Приложение F
(справочное)

Знаки безопасности СНЭЭБ

Знаки безопасности следует применять в соответствии с результатом процесса оценки риска (см. раздел 6) и правилами, действующими в определенном регионе. Рекомендуется включить, но не ограничиваться, следующее:

- запасный выход;
- наименование изготовителя;
- номер(а) телефона(ов) для экстренной помощи;
- запрет доступа посторонних лиц;
- обязательное использование *СИЗ*;
- предупреждение о наличии напряжения переменного тока (VAC);
- предупреждение о наличии напряжения постоянного тока (VDC);
- меры оказания первой помощи;
- дуговая вспышка и опасность поражения электрическим током, необходимы соответствующие *СИЗ*;
- типы батарей;
- газовая опасность.

Приложение G
(справочное)

Пример испытаний для проверки работы термоконтроля заряда и разряда

СНЭЭБ, которые помещаются (по размеру) в камеру для температурных испытаний, следует подвергать этому типу испытаний непосредственно в камере. СНЭЭБ должна быть проверена в рамках типовых испытаний, чтобы убедиться в том, что заряд и разряд прекращаются, когда температура *ПЭАЭ* превышает температурный предел, указанный изготовителем. СНЭЭБ должна быть помещена в камеру, которую нагревают до максимальной температуры окружающей среды для заряда, указанной для СНЭЭБ, плюс дополнительные 10 °С. СНЭЭБ должна находиться в камере достаточное количество времени для стабилизации температуры перед началом заряда. Чтобы определить, что заряд невозможен, когда СНЭЭБ нагревается выше установленной температуры окружающей среды для заряда, должна быть проведена попытка зарядить СНЭЭБ, когда она находится в нагретом состоянии. Аналогичный метод используют для разряда, сначала нагревая СНЭЭБ до максимальной температуры условия проведения разряда плюс 10 °С до тех пор, пока система не стабилизируется при этой температуре. Затем предпринимают попытку разрядить СНЭЭБ, чтобы удостовериться в том, что разряд при температуре выше максимальной установленной температуры невозможен.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ 14254—2015 (IEC 60529:2013)	MOD	IEC 60529:2013 «Степени защиты, обеспечиваемые кожухами (Код IP)»
ГОСТ 30331.1—2013 (IEC 60364-1:2005)	MOD	IEC 60364-1:2005 «Электрические низковольтные установки зданий. Часть 1. Основные принципы, оценка общих характеристик, определения»
ГОСТ 31610.7—2017 (IEC 60079-7:2015)	MOD	IEC 60079-7:2015 «Взрывоопасные среды. Часть 7. Защита оборудования с помощью повышенной безопасности «e»
ГОСТ 31610.13—2019 (IEC 60079-13:2017)	MOD	IEC 60079-13:2017 «Взрывоопасные среды. Часть 13. Защита оборудования в помещении под давлением «p» и в помещении с искусственной вентиляцией «v»
ГОСТ IEC 60079-29-1—2013	IDT	IEC 60079-29-1 «Взрывоопасные среды. Часть 29-1. Газоанализаторы. Требования к эксплуатационным характеристикам газоанализаторов горючих газов»
ГОСТ IEC 60079-29-2—2013	IDT	IEC 60079-29-2 «Атмосферы взрывоопасные. Часть 29-2. Газоанализаторы. Выбор, монтаж, применение и техническое обслуживание газоанализаторов горючих газов и кислорода»
ГОСТ IEC 60079-29-3—2013	IDT	IEC 60079-29-3 «Атмосфера взрывоопасная. Часть 29-3. Газовые детекторы. Руководство по функциональной безопасности стационарных систем обнаружения газа»
ГОСТ IEC 61000-6-7—2019	IDT	IEC 61000-6-7:2014 «Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 6-7. Общие стандарты. Требования к помехоустойчивости оборудования, предназначенного для выполнения функций в системе, связанной с безопасностью (функциональная безопасность) в промышленных помещениях»
ГОСТ IEC 62368-1—2014	IDT	IEC 62368-1:2010 «Аудио/видео, оборудование информационных и коммуникационных технологий. Часть 1. Требования безопасности»
ГОСТ IEC/TS 61000-1-2—2015	IDT	IEC 61000-1-2:2008 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 1-2. Общие положения. Методология обеспечения функциональной безопасности электрических и электронных систем, включая оборудование в отношении электромагнитных явлений»
ГОСТ Р 27.012—2019 (МЭК 61882:2016)	MOD	IEC 61882:2016 «Исследования опасности и работоспособности (исследования HAZOP). Руководство по применению»
ГОСТ Р 27.302—2009	NEQ	IEC 61025:2006 «Анализ дерева отказов (FTA)»
ГОСТ Р 27.303—2021 (МЭК 60812:2018)	MOD	IEC 60812:2018 «Режимы отказов и анализ последствий (FMEA и FMECA)»
ГОСТ Р 50571.16—2019/ МЭК 60364-6:2016	IDT	IEC 60364-6:2016 «Низковольтные электроустановки. Часть 6. Испытания»

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ Р 50571.7.712—2013/ МЭК 60364-7-712:2002	IDT	IEC 60364-7-712:2002 «Электроустановки низковольтные. Часть 7-712. Требования к специальным установкам или местам их размещения. Системы питания с использованием фотоэлектрических (PV) солнечных батарей»
ГОСТ Р 50571.7.713—2011/ МЭК 60364-7-713:1996	IDT	IEC 60364-7-713:1996 «Установки электрические низковольтные. Часть 7-713. Требования к специальным установкам или местам их расположения. Мебель»
ГОСТ Р 50571.7.715—2014/ МЭК 60364-7-715:2011	IDT	IEC 60364-7-715:2011 «Электрические установки зданий. Часть 7-715. Требования к специальным установкам и особым помещениям. Осветительные установки сверхнизкого напряжения»
ГОСТ Р 50571-4-44—2019 (МЭК 60364-4-44:2007)	MOD	IEC 60364-4-44:2007 «Электроустановки низковольтные. Часть 4-44. Защита для обеспечения безопасности. Защита от резких отклонений напряжения и электромагнитных возмущений»
ГОСТ Р 52350.29.4—2011 (МЭК 60079-29-4:2009)	MOD	IEC 60079-29-4:2009 «Взрывоопасные среды. Часть 29-4. Газоанализаторы. Общие технические требования и методы испытаний газоанализаторов горючих газов с открытым оптическим каналом»
ГОСТ Р 57149—2016/ ISO/IEC Guide 51:2014	IDT	ISO/IEC Guide 51:2014 «Аспекты безопасности. Руководящие указания по их включению в стандарты»
ГОСТ Р 58092.1—2021	NEQ	IEC 62933-1:2018 «Системы хранения электрической энергии (EES). Часть 1. Словарь»
ГОСТ Р 58092.5.1—2018 (IEC/TS 62933-5-1:2017)	MOD	IEC/TS 62933-5-1:2017 «Системы хранения электрической энергии (EES). Часть 5-1. Соображения безопасности для систем EES, интегрированных в сеть. Общая спецификация»
ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012	IDT	IEC 60664-1:2007 «Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 1. Принципы, требования и испытания»
ГОСТ Р МЭК 62305-2—2010	IDT	IEC 62305-2:2010 «Защита от молнии. Часть 2. Управление рисками»
ГОСТ Р МЭК 62485-2—2011	IDT	IEC 62485-2:2010 «Требования безопасности для вторичных батарей и батарейных установок. Часть 2. Стационарные батареи»
ГОСТ Р МЭК 62619—2023	IDT	IEC 62619:2022 «Вторичные элементы и батареи, содержащие щелочные или другие некислотные электролиты. Требования безопасности для вторичных литиевых элементов и батарей, предназначенных для использования в промышленности»

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты;
- NEQ — неэквивалентные стандарты.

Библиография

[1]	*IEC 62477-1:2012 (IEC 62477-1:2012/AMD1:2016)*	*Требования безопасности для силовых электронных преобразовательных систем и оборудования. Часть 1. Общие положения (Safety requirements for power electronic converter systems and equipment — Part 1: General)*
[2]	*IEC 60364 (all parts)*	*Электроустановки низковольтные (Low voltage electrical installations)*
[3]	*IEC 61936-1:2010 (IEC 61936-1:2010/AMD1:2014)*	*Энергетические установки свыше 1 кВ а.с. — Часть 1. Общие правила (Power installations exceeding 1 kV a.c. — Part 1: Common rules)*
[4]	*IEC 61660-1*	*Токи короткого замыкания во вспомогательных установках постоянного тока на электростанциях и подстанциях. Часть 1. Расчет токов короткого замыкания (Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations — Part 1: Calculation of short-circuit currents)*
[5]	*IEC 61660-2*	*Токи короткого замыкания во вспомогательных установках постоянного тока на электростанциях и подстанциях. Часть 2. Расчет воздействий (Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations — Part 2: Calculation of effects)*
[6]	*IEC 60068-2-52*	*Экологические испытания. Часть 2-52. Испытания. Испытание Kb: Соляной туман, циклический (раствор хлорида натрия)» [Environmental testing — Part 2-52: Tests — Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)]*
[7]	NFPA 704:2017	Стандартная система идентификации опасностей материалов для аварийного реагирования (Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response)
[8]	NFPA 400:2019	Код опасных материалов (Hazardous Materials Code)
[9]	UL 9540A	Метод испытания для оценки распространения теплового пожара в системах аккумулирования энергии аккумулятора (Test Method for Evaluating Thermal Runaway Fire Propagation in Battery Energy Storage Systems)
[10]	ANSI/CAN/UL 9540	Стандарт для систем и оборудования для накопления энергии (Standard for Energy Storage Systems and Equipment)

УДК 621.355.9:006.354

ОКС 13.020.30
29.220

Ключевые слова: системы накопления электрической энергии, батареи, безопасность, литиевые аккумуляторы

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 04.09.2024. Подписано в печать 17.09.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,98. Уч.-изд. л. 5,93.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

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

gost.e-ecolog.ru