ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПНСТ 404— 2020 (IEC 62933-5-2:2020)

Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ)

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]**

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Национальной ассоциацией производителей источников тока «РУСБАТ» (Ассоциация «РУСБАТ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

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

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 мая 2020 г. № 13-пнст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту МЭК 62933-5-2:2020 «Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). 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 к настоящему стандарту.

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

Испытания на статическое усилие и удар приведены в дополнительном приложении ДА.

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

Правила применения настоящего стандарта и проведения его мониторинга установлены в ГОСТ Р 1.16—2011 (разделы 5 и 6).

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии собирает сведения о практическом применении настоящего стандарта. Данные сведения, а также замечания и предложения по содержанию стандартов можно направить не позднее чем за 4 мес до истечения срока его действия разработчику настоящего стандарта по адресу: 105094 Москва, ул. Б. Семеновская, д. 42, стр. 1 пом. VI и/или в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии по адресу: 109074 Москва, Китайгородский проезд, д. 7, стр. 1.

*В случае отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты» и также будет размещена на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2020

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 3
4 Основные указания по безопасности СНЭБ 3
4.1 Общие положения 3
4.2 Подход к безопасности СНЭБ 4
4.3 Изменения в собственности, контроле или использовании СНЭБ 7
5 Вопросы опасности 7
6 Оценка рисков системы СНЭБ 7
6.1 Структура СНЭБ 7
6.1.1 Общие характеристики 7
6.1.2 Особые характеристики 8
6.2 Описание условий СНЭБ 8
6.3 Анализ рисков 8
6.3.1 Общие положения 8
6.3.2 Идентификация опасности, характерной для СНЭБ 8
6.3.3 Учет риска 8
6.3.4 Анализ рисков на уровне системы 9
6.4 Оценка рисков на уровне системы 9
7 Требования, необходимые для снижения рисков 9
7.1 Общие меры по снижению рисков 9
7.2 Профилактические меры против нанесения ущерба соседним жителям 10
7.3 Профилактические меры против телесных повреждений или ущерба здоровью работников и жителей 10
7.4 Защита от перегрузки по току 10
7.5 Отсоединение и выключение СНЭБ 10
7.6 Эксплуатация и обслуживание 10
7.7 Обучение персонала 10
7.8 Безопасность конструкции 10
7.9 Общие требования к безопасности СНЭБ 10
7.10 Конструкция СНЭБ безопасная в своей основе 10
7.10.1 Защита от поражения электрическим током 10
7.10.2 Защита от механических опасностей 11
7.10.3 Защита от взрыва 12
7.10.4 Защита от опасностей, возникающих из-за электрических, магнитных и электромагнитных полей 12
7.10.5 Защита от пожара 12
7.10.6 Защита от температурных опасностей 12
7.10.7 Защита от химических воздействий 12
7.10.8 Защита от опасностей, возникающих из-за неисправностей вспомогательной, коммуникационной подсистемы, подсистемы управления 13
7.10.9 Защита от опасностей, связанных с окружающей средой 13
7.11 Предохранительные и защитные меры 13
7.11.1 Общие положения 13

7.11.2 Выключение и отсоединение СНЭБ . . . 13
7.11.3 Другие предохранительные и защитные функции СНЭБ . . . 15
7.12 Информация для конечных пользователей . . . 17
7.13 Управление безопасностью по жизненному циклу . . . 17
7.13.1 Эксплуатация и обслуживание . . . 17
7.13.2 Частичное изменение системы . . . 20
7.13.3 Пересмотр конструкции . . . 21
7.13.4 Управление окончанием срока службы . . . 21
7.13.5 Меры по проверке управления безопасностью жизненного цикла . . . 22
8 Проверка и испытание системы . . . 22
8.1 Общие положения . . . 22
8.2 Проверка и испытания СНЭБ . . . 24
8.2.1 Электрические опасности . . . 24
8.2.2 Механические опасности . . . 25
8.2.3 Взрыв . . . 26
8.2.4 Опасности, связанные с электрическим, магнитным и электромагнитным полями . . . 27
8.2.5 Пожарная опасность (распространение) . . . 27
8.2.6 Температурные опасности . . . 27
8.2.7 Химические эффекты . . . 28
8.2.8 Опасности, связанные с неисправностями вспомогательной подсистемы, подсистемы управления и коммуникации . . . 29
8.2.9 Опасности, связанные с окружающей средой . . . 29
8.2.10 Степень защиты корпуса СНЭБ и защитные ограждения . . . 30
9 Методические рекомендации и руководства . . . 30
Приложение А (справочное) Модели владения СНЭБ . . . 31
Приложение В (справочное) Опасности и риски СНЭБ . . . 32
Приложение С (справочное) Масштабные огневые испытания на СНЭБ . . . 48
Приложение D (справочное) Методы испытаний для защиты от опасностей, возникающих от окружающей среды . . . 49
Приложение Е (справочное) Информация для проверки управления безопасностью жизненного цикла СНЭБ . . . 50
Приложение F (справочное) Знаки безопасности СНЭБ . . . 52
Приложение G (справочное) Пример испытаний для проверки работы термоконтроля . . . 53
Приложение ДА (справочное) Испытания на статическое усилие и удар . . . 54
Приложение ДБ (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте . . . 55
Библиография . . . 57

Введение

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

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

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

c) хотя безопасность отдельных подсистем в целом охватывается стандартами на уровне ИСО и МЭК, не всегда рассматриваются вопросы безопасности, возникающие при объединении подсистем электрохимического накопления и любых электрических подсистем. СНЭБ являются сложными на уровне систем из-за разнообразия возможных вариантов батарей и конфигураций, включая объединяемые подсистемы (например, подсистемы управления, подсистемы электрохимического накопления, подсистемы преобразования и вспомогательные подсистемы). Соответствие стандартам и соответствующим материалам, произведенным специально для безопасности подсистем, может оказаться недостаточным для достижения приемлемого уровня безопасности на уровне всей системы;

d) СНЭБ может иметь дополнительные угрозы безопасности, исходящие от подсистем электрохимического накопления (например, из-за присутствия химических веществ, выброса токсичных газов, разлитых химических веществ, и событий, критически важных для безопасности подсистем электрохимического накопления, а также потери мощности в любой части систем и зданий. С системной точки зрения эти отдельные опасности подсистем электрохимического накопления могут оказывать влияние на всю систему и вызывать проблемы безопасности для всей СНЭБ.

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

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

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

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

- в подразделе В.4.3 в примечании примеры выделены отдельно;

- дополнительные сноски в тексте стандарта, выделенные курсивом, приведены для пояснения текста оригинала.

ПНСТ 404—2020
(IEC 62933-5-2:2020)

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ)

БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ, РАБОТАЮЩИХ В СОСТАВЕ СЕТИ

Электрохимические системы

Electrical energy storage (EES) systems. Safety requirements for grid-integrated EES systems. Electrochemical based systems

Срок действия — с 2020—11—01
до 2023—11—01

1 Область применения

В настоящем стандарте описываются аспекты безопасности СНЭЭ, в которых используется подсистема электрохимического накопления, подключенных к сети, в первую очередь относительно людей, а также аспекты, связанные с окружающей средой и живыми существами.

Настоящий стандарт безопасности применим ко всему жизненному циклу СНЭБ (от проектирования до завершения срока службы).

В настоящем стандарте предусмотрены дополнительные меры безопасности, требуемые из-за использования в СНЭЭ подсистемы электрохимического накопления (например, батарейной системы), которые выходят за рамки общих положений безопасности, описанных в *ГОСТ Р 58092.5.1*.

Настоящий стандарт устанавливает требования безопасности «электрохимической системы накопления энергии» как «системы» для снижения риска вреда или ущерба, которые могут быть вызваны опасностями системы электрохимического накопления энергии, возникающими при взаимодействии между подсистемами, 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 29176 Короткие замыкания в электроустановках. Методика расчета в электроустановках постоянного тока

ГОСТ 30630.2.5 Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие соляного тумана

ГОСТ 31610.13 (IEC 60079-13:2017) Взрывоопасные среды. Часть 13. Защита оборудования помещениями под избыточным давлением «p» и помещениями с искусственной вентиляцией «v»

ГОСТ 32419 Классификация опасности химической продукции. Общие требования

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

Издание официальное

ГОСТ IEC 61140—2012 Защита от поражения электрическим током. Общие положения безопасности установок и оборудования

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 27.302 Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей

ГОСТ Р 50571.4.44 (МЭК 60364-4-44:2007) Электроустановки низковольтные. Часть 4.44. Защита для обеспечения безопасности. Защита от резких отклонений напряжения и электромагнитных возмущений

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

ГОСТ Р 51901.11 (МЭК 61882:2001) Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство

ГОСТ Р 51901.12 (МЭК 60812:2006) Менеджмент риска метод анализа видов и последствий отказов

ГОСТ Р 51992 (МЭК 61643-1:2005) Устройства защиты от импульсных перенапряжений низковольтные. Часть 1. Устройства защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 56930 Руководство по применению критериев классификации опасности химической продукции по воздействию на организм. Острая токсичность при вдыхании

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

ГОСТ Р МЭК 60079-7—2012 Взрывоопасные среды. Часть 7. Оборудование. Повышенная защита вида «е»

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

ГОСТ Р МЭК 61000-6-7 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-7. Общие стандарты. Требования к помехоустойчивости для оборудования, предназначенного для выполнения функций в системах, связанных с безопасностью (функциональная безопасность), на промышленных площадках

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—2020 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Требования безопасности для литиевых аккумуляторов и батарей для промышленных применений

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 и определения

В настоящем стандарте применены термины по *ГОСТ Р 58092.1* и *ГОСТ Р 58092.5.1*, а также следующие термины с соответствующими определениями. При наличии различий в определениях, приведенных в *ГОСТ Р 58092.1* и *ГОСТ Р 58092.5.1*, приоритетное значение имеет определение, данное в *ГОСТ Р 58092.1*, если не указано иное.

3.1 **батарейная система накопления энергии;** СНЭБ [battery energy storage system (BESS)]: Система накопления электрической энергии с подсистемой накопления на основе батарей вторичных элементов.

Примечания

1 Батарейные системы накопления энергии включают в себя также системы на основе проточных батарей (*[1], 3.1.15*).

2 Термин батареи определен в *[2], статья 482-01-04,* аккумуляторные батареи в *[2],* статья *482-01-03.*

3.2 **помещение с постоянным пребыванием людей** (occupied site): Место внутри здания или сооружения с верхним покрытием, где находятся (живут или работают) люди.

Примечание — Место, которое нельзя отнести к помещениям с постоянным пребыванием людей, называется **непосещаемым местом** (unoccupied site).

3.3

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

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

3.4

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

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

3.5

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

[*ГОСТ Р МЭК 62381—2016, пункт 2.3*, модифицированный — определение было конкретизировано для СНЭБ]

3.6

приемочные испытания на месте эксплуатации; ИПМ [site acceptance test (SAT)]: Мероприятия, предназначенные для подтверждения того, что система EES может работать в соответствии с применимыми спецификациями системы и инструкциями по установке, проводимые после установки на месте эксплуатации.

[*ГОСТ Р МЭК 62381—2016, пункт 2.4*, модифицированный — определение было конкретизировано для СНЭБ]

4 Основные указания по безопасности СНЭБ

4.1 Общие положения

Оценка и снижение риска, связанного с СНЭБ, 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 размер/масштаб (например, мощность) СНЭБ, и их необходимо оценить соответствующим образом. Расположение СНЭБ 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 подсистемы электрохимического накопления СНЭБ может зависеть от окружающей среды, эксплуатационных характеристик и любых связанных с этим затрат и выгод.

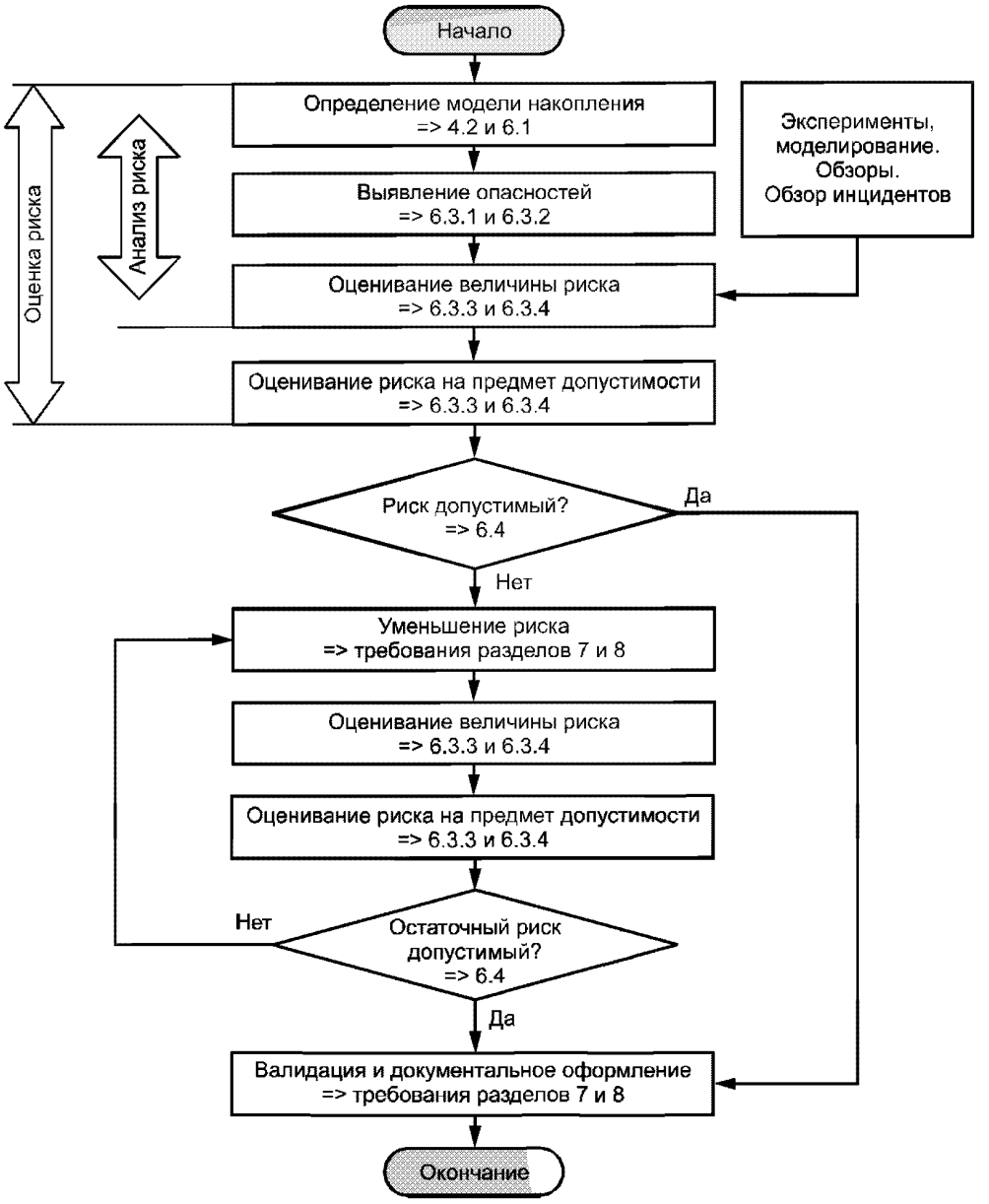


Рисунок 1 — Общее описание оценки и снижения риска СНЭБ

Как описано в *ГОСТ Р 57149*, меры по снижению риска, принимаемые во время проектирования, это «безопасный в своей основе проект», «предохранительные и защитные устройства» и «информация для конечных пользователей». Дополнительные меры на этапе эксплуатации (управление безопасностью жизненного цикла) также описаны в *ГОСТ Р 57149*.

4.2 Подход к безопасности СНЭБ

Конструкция СНЭБ, ее предполагаемая установка и интеграция со средой, куда она встраивается, должны учитывать конкретные риски, возникающие на каждом этапе жизненного цикла СНЭБ. Этапы жизненного цикла обычно включают (но не ограничиваются):

- изготовление/окончательная сборка и заводские приемочные испытания (см. 7.10, 7.11 и 8.2);
- транспортирование (см. 7.10, 7.11 и 8.2);
- установка, ввод в эксплуатацию и приемочные испытания на месте (см. 7.10, 7.11, 7.13 и 8.2);
- эксплуатация (см. 7.13);

- техническое обслуживание 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 другими), которые имеют решающее значение для минимизации риска и облегчения реагирования на инциденты, чтобы избежать любых сбоев в работе подсистем, обеспечивающих безопасность. После установки СНЭБ, прежде чем она будет введена в эксплуатацию, необходимо проверить эти подсистемы и гарантировать их правильную работу.

Во время технического обслуживания и ремонта системы необходимо выполнять все требования по охране труда, технике безопасности и охране окружающей среды, применимые к СНЭБ.

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

СНЭБ, 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 подсистемы накопления электрохимической энергии должны соответствовать соответствующим стандартам безопасности (например, *ГОСТ Р МЭК 62619*).

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

Обычно используемые напряжения точки подключения накопителя (ТПН) СНЭБ, их энергоемкость, занятость площадки и химический состав подсистемы электрохимического накопления различаются, как указано в таблице 1.

Подробная реализация мер безопасности, требуемых в разделах 7 и 8, может быть оптимизирована в соответствии с результатом оценки системного риска СНЭБ (см. раздел 6) с использованием основных условий в таблице 1.

Примечания

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

2 «Энергоемкость» СНЭБ означает общую энергоемкость подсистем электрохимического накопления, которые выходят на одну ТПН.

Таблица 1 — Категории СНЭБ

Параметр категоризации	Обозначение категории	Детализация
«Напряжение в ТПН» (*V-voltage*), в которой подключена СНЭБ	V-L	Низкое *(L-low)* напряжение: $U \leq 1$ кВ переменного тока или 1,5 кВ постоянного
	V-H	Высокое *(H-high)* напряжение: $U > 1$ кВ переменного тока или 1,5 кВ постоянного
«Энергоемкость» (*E-energy*) СНЭБ	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 подсистемой электрохимического накопления	S-O	Помещение с постоянным пребыванием людей *(O-occupied site)*, см. 3.2
	S-U	Непосещаемое место *(U-unoccupied site)*, см. 3.3
«Химия» (*C-chemistry*) подсистемы электрохимического накопления	C-A	СНЭБ, использующая батарею с неводным электролитом (например, с электрохимической системой на основе лития)
	C-B	СНЭБ, использующая батарею с водным электролитом (например, с электрохимической системой на основе свинца или никеля)
	C-C	СНЭБ, использующая высокотемпературную батарею (например, NaS, NaNiCl)

Окончание таблицы 1

Параметр категоризации	Обозначение категории	Детализация
«Химия» (*C-chemistry*) подсистемы электрохимического накопления	C-D	СНЭБ, использующая проточную батарею
	C-Z	Прочие

Примечания

1 Обозначение категории СНЭБ описаны в любых 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 характеристики могут быть опущены.

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

3 Комбинации двух или более разных электрохимических систем, в том числе суперконденсаторах, 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).

Примеры использования СНЭБ могут быть описаны, как показано в таблице 2.

Таблица 2 — Примеры использования СНЭБ

Сектор использования	Размещение	Ограничения доступа/условия во время эксплуатации и технического обслуживания
Жилой	Устанавливаются в отдельных домах или распределены по небольшому числу домов и большому числу квартир зданий или коттеджей	Могут быть размещены в месте, недоступном для регулярного технического обслуживания без сотрудничества с жителями дома, и не являются частью профессионального режима эксплуатации и технического обслуживания
	Согласно таблице 1 СНЭБ в этом секторе использования можно обозначить как V-L/E-S, L/S-O, U/C-A или B	
Коммерческий	Устанавливаются 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 регулярного технического обслуживания в рабочее время и обычно являются частью профессионального режима эксплуатации и технического обслуживания
	Согласно таблице 1 СНЭБ в этом секторе использования можно обозначить как V-H, L/E-L/S-O, U/C-A, B, C или D	
Промышленный	Устанавливаются 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 регулярного технического обслуживания в рабочее время и являются частью профессионального режима эксплуатации и технического обслуживания
	Согласно таблице 1 СНЭБ в этом секторе использования можно обозначить как V-HL, L/E-L/S-O, U/C-A, B, C или D	
Сетевой	Подсоединены непосредственно к распределительной сети	Размещены в месте, которое постоянно доступно для регулярного технического обслуживания и является частью профессионального режима эксплуатации и технического обслуживания. Система обычно размещается внутри зоны ограниченного доступа, или доступ к самой системе ограничен уполномоченными лицами
	Согласно таблице 1 СНЭБ 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 СНЭБ

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 СНЭБ, должны быть разъяснены роли и ответственность за управление и контроль любых существующих или новых рисков для безопасности, возникающих в результате изменений, которые запланированы или уже произошли.

5 Вопросы опасности

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

6 Оценка рисков системы СНЭБ

6.1 Структура СНЭБ

6.1.1 Общие характеристики

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

Пример СНЭБ, включающей первичную ТПН, вспомогательную ТПН и подсистему управления, показан на рисунке 2 и в таблице 2. В некоторых случаях одна или несколько подсистем или компонентов могут отсутствовать. Схемы связи между подсистемами управления, коммуникации, защиты и другими подсистемами показаны пунктирными линиями со стрелками.

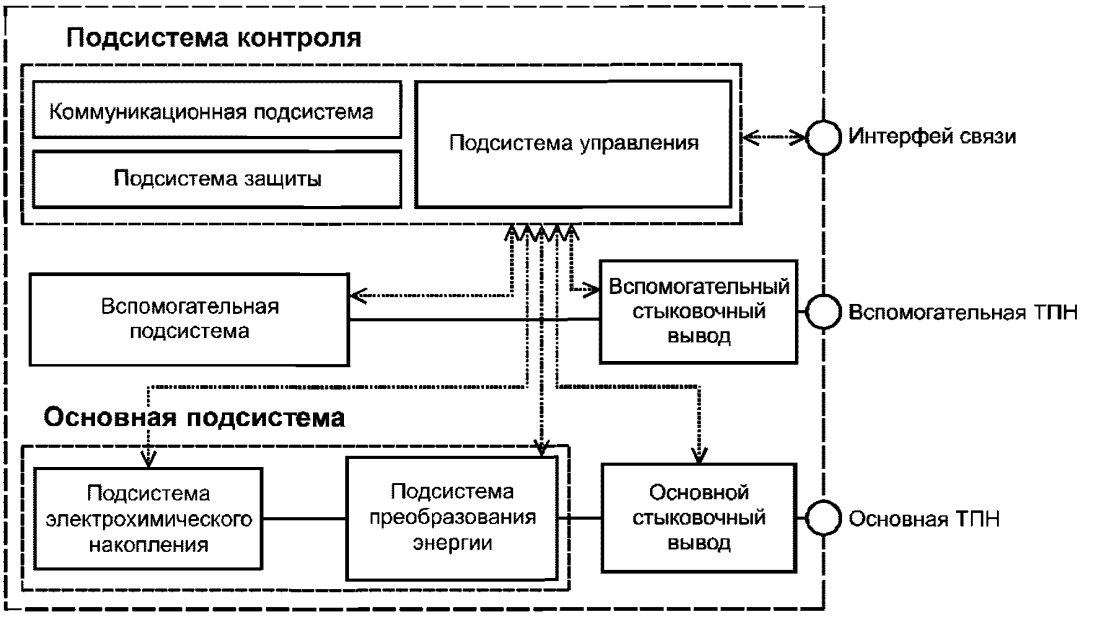


Рисунок 2 — Пример архитектуры СНЭБ

Примечание — Рисунок 2 является примером и показывает типичную архитектуру СНЭБ. Могут быть случаи, которые не вписываются в приведенную архитектуру.

Таблица 3 — Примеры компонентов в подсистемах СНЭБ

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

Окончание таблицы 3

Подсистемы	Компоненты
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, НВКВ (нагрев, вентиляция и кондиционирование воздуха), якоря системы, вспомогательные трансформаторы, распределительное устройство вспомогательного питания, источник бесперебойного питания (ИБП) вспомогательной подсистемы
Вспомогательный стыковочный вывод	Соединительные разъемы, кабель (тип, класс огнестойкости, класс теплостойкости, химическая устойчивость, размер и гибкость)
Подсистема электрохимического накопления	Батарея (включая систему управления батареей), устройства связи, защитные устройства, механическое крепление, кабели Примечание — Имеются много случаев, когда СНЭБ включает несколько подсистем электрохимического накопления или различных типов систем
Подсистема преобразования энергии	Трансформатор, преобразователь переменного/постоянного тока, инвертор, контроллер подсистемы преобразования энергии, 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 Особые характеристики

Основные типы СНЭБ (классификация см. 4.2) могут отличаться не только по типу химии подсистемы электрохимического накопления, но также по типу вспомогательных подсистем, как указано ниже:

- специальная вспомогательная подсистема категории C-C (СНЭБ, использующая высокотемпературную батарею);
- контур подогрева батарейной подсистемы накопления;
- специальная вспомогательная подсистема категории C-D (СНЭБ, использующая проточную батарею);
- теплообменник;
- система управления жидкостями (насос, бак, трубопровод, клапан и т. п.).

6.2 Описание условий СНЭБ

Базовое описание условий СНЭБ должно быть классифицировано в соответствии с таблицей 1 (см. 4.2). Более подробное описание применимо к СНЭБ 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) СНЭБ должен проводиться в соответствии с 4.1, 4.2, 6.3.2, 6.3.3 и 6.3.4.

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

Должен применяться итерационный подход (поскольку несколько успешных приложений могут снизить риск и наилучшим образом использовать имеющиеся технологии). При выполнении этого процесса необходимо рассматривать безопасность СНЭБ на всех этапах ее жизненного цикла.

Полезная информация об опасностях и рисках СНЭБ представлена в приложении В.

6.3.2 Идентификация опасности, характерной для СНЭБ

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

6.3.3 Учет риска

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

- идущие от подсистемы электрохимического накопления в другие подсистемы;

- идущие от ненакопительных подсистем;
- одновременные сбои/неисправности нескольких подсистем;
- потеря работоспособности подсистемы, которая связана с безопасностью.

6.3.4 Анализ рисков на уровне системы

Риск СНЭБ на уровне системы должен оцениваться на уровне компонентов, модулей и системы в целом. Чтобы продемонстрировать, что подходящий анализ риска был выполнен на уровне компонента, модуля и системы в целом, должен быть выполнен соответствующий анализ.

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

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

- анализ рисков по первым принципам снизу вверх [например, анализ видов последствий и критичности отказов (АВПКО, FMEA): см. *ГОСТ Р 51901.12*];
- анализ сверху вниз [например, анализ дерева отказов (АДО, FTA): см. *ГОСТ Р 27.302*];
- комбинированные и/или интегрированные виды анализа [например, анализ опасностей и работоспособности (АОР, HAZOP): см. *ГОСТ Р 51901.11*, STAMP (теоретическая модель аварий и процессов в системах)].

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 СНЭБ и оценены как допустимые или нет.

Примечание — Если система зависит от электроники и программного обеспечения, рекомендуется провести оценку функциональности этих элементов управления. Для этой цели следует использовать подходящий стандарт функциональной безопасности.

Если некоторые риски недопустимы в принципе, должны быть предприняты соответствующие меры в соответствии с требованиями разделов 7 и 8.

Документация, прилагаемая к оценке риска СНЭБ и его снижению, должна быть доступной и включать все требования раздела 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 (*6.3.5 ГОСТ Р 57149—2016*) должен быть:

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 важным 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 хорошо спроектированные защитные и предохранительные устройства могут выходить из строя или работать с нарушениями, а информация для использования может не соблюдаться.

Если меры безопасного в своей основе проекта не позволяют ни устранить опасности, ни существенно снизить риск, 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 играть свою роль в процедуре снижения риска, соблюдая 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, требуемые в 7.2—7.12, следует рассматривать в соответствии с процессами оценки риска СНЭБ, 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, четко достигнуты, даже без осуществления соответствующей предписанной меры.

7.2 Профилактические меры против нанесения ущерба соседним жителям

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 СНЭБ

Применяют общие положения по безопасности СНЭЭ, описанные в *7.5 ГОСТ Р 58092.5.1—2018*. Дополнительные требования безопасности, необходимые для снижения риска СНЭБ 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 СНЭБ посредством безопасности конструкции, описаны в 7.10, 7.11.1, 7.11.3 и 7.13.

7.9 Общие требования к безопасности СНЭБ

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

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

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

Конструкция подсистем внутри СНЭБ не должна мешать операторам распознавать опасные части, участки и условия.

Для СНЭБ 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, должны приниматься во внимание эргономические принципы, предписанные в соответствующем стандарте[1)]). Эти принципы следует учитывать в базовой конструкции при распределении функций оператора и машины (степень автоматизации).

7.10 Конструкция СНЭБ безопасная в своей основе

7.10.1 Защита от поражения электрическим током

Электрическая установка СНЭБ категории V-L должна соответствовать стандартам серии *ГОСТ Р 50571*.

Электрическая установка СНЭБ категории V-H должна соответствовать *[4]* и стандартам серии *ГОСТ Р 50571*.

Электрическая защита для любой подсистемы постоянного тока должна быть безопасной в соответствии с *ГОСТ 29176*, *ГОСТ Р 51992*.

[1)] *См. серию стандартов ГОСТ Р ИСО 9241.*

Токоведущие части подсистем и компоненты СНЭБ, имеющие цепи с опасным напряжением [выше сверхнизкого напряжения (СНН)], не должны быть доступны посторонним лицам. Части СНЭБ, которые могут вызвать поражение электрическим током, должны быть надежно закрыты. Токопроводящие части СНЭБ, к которым люди могут прикоснуться, не должны быть подключены ни к каким частям, находящимся под опасным напряжением. Защита может быть достигнута одним из следующих методов:

- 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 максимальный ток, напряжение и температуру.

Все проводящие части СНЭБ, которые могут соприкасаться с опасным напряжением из-за одного повреждения изоляции, должны быть заземлены согласно соответствующим стандартам, инструкциям изготовителя и местным правилам.

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 оголенных проводников должны быть соответствующим образом разнесены и иметь подходящую конструкцию для предотвращения случайного короткого замыкания между подсистемами электрохимического накопления.

Для оценки необходимости молниезащиты должна быть проведена оценка риска в соответствии с процедурами, содержащимися в *ГОСТ Р МЭК 62305-2*. Если оценка показывает, что требуется защита от молнии, то она должна быть обеспечена.

Системы измерения напряжения, связанные с СНЭБ, 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.

Ток прикосновения и энергия разряда должны быть ограничены в соответствии с *5.1.6 ГОСТ IEC 61140—2012*.

СНЭБ при подключении подсистемы электрохимического накопления должна быть снабжена функцией защиты от перегрузки по току.

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

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.1.3, 8.2.1.4, 8.2.1.5 и 8.2.1.6.

7.10.2 Защита от механических опасностей

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

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

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

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

СНЭБ должна быть спроектирована так, чтобы операторы и работники были в безопасности при нормальной работе.

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

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

СНЭБ должна быть спроектирована и установлена таким образом, чтобы можно было устанавливать и снимать батарейные модули с использованием соответствующего грузоподъемного оборудования. Требование не применяют, если масса отдельных модулей мала настолько, 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 подсистем электрохимического накопления не должны размещаться легковоспламеняющиеся материалы.

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

Корпус или отсек СНЭБ не должен выпускать легковоспламеняющиеся газы в любые закрытые помещения, где расположены элементы, образующие искры.

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.3.1, 8.2.3.2 и 8.2.3.3.

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

Функции безопасности подсистем безопасности СНЭБ 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 СНЭБ, 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 СНЭБ или несущих конструкций и узлов не допускается использование горючих материалов.

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

Подсистемы электрохимического накопления 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). Там, где это применимо, для непосредственного окружения СНЭБ следует учитывать как пожарные, так и термические риски.

Соответствие должно быть проверено путем проведения проверок безопасности конструкции согласно результатам оценки риска на уровне системы (см. раздел 6). Для процесса оценки риска системы применяют расчеты по пожарной нагрузке СНЭБ или экспериментальным характеристикам пожара, рекомендованным в 8.2.5, с подробностями в приложении С.

Внутренняя часть СНЭБ 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, которые могут находиться при высокой температуре, не должны быть доступны для операторов или любого другого персонала. Части, которые могут вызвать ожоги, должны быть надежно закрыты.

Между подсистемами электрохимического накопления 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 СНЭБ, должен учитывать ухудшение качества, коррозию, износ (из-за длительного использования) и токсичность в соответствии с проведенным анализом риска системы и местными правилами.

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.

Конструкция СНЭБ должна быть спроектирована таким образом, чтобы предотвращать рассеивание опасной жидкости (электролиты, жидкие электродные материалы) в подсистемах электрохимического накопления в соответствии с местными правилами.

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

Оборудование должно быть спроектировано таким образом, чтобы риск возгорания или поражения электрическим током из-за механической или электрической перегрузки или отказа вследствие ненормальной работы или неосторожного использования был ограничен, 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. Разрешается использовать плавкие вставки, термовыключатели, защиту от перегрузки по току или аналогичные устройства, если они способны обеспечить адекватную защиту.

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

Если критический для безопасности компонент выходит из строя или работает ненормально, 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

СНЭБ должна быть спроектирована так, 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

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

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.9.2.

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

7.10.9.3 Воздействие морской среды

В случае установки в морской среде СНЭБ 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 8.2.9.4.

7.11 Предохранительные и защитные меры

7.11.1 Общие положения

В дополнение к безопасной в своей основе конструкции СНЭБ, которая описана в 7.10, в СНЭБ следует использовать предохранительные и защитные меры. Минимальные требования по предохранительным и защитным мерам приведены в 7.11.

Неотъемлемой частью безопасной работы СНЭБ 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 любой подсистеме электрохимического накопления должна контролировать все необходимые параметры безопасности батареи в соответствии с требованиями применимых стандартов и сообщать эти параметры в подсистему управления.

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

7.11.2 Выключение и отсоединение СНЭБ

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 технического обслуживания). Условие изоляции для технического обслуживания — это состояние системы, которое обеспечивает безопасную работу с силовыми цепями постоянного тока и подсистемой электрохимического накопления.

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

В остановленном состоянии система выполняет последовательность выключения, которая включает в себя отключение подсистемы электрохимического накопления от подсистемы преобразования энергии и отключение подсистемы преобразования энергии от основного соединительного вывода. Остановленное состояние может быть результатом обычной команды или команды события аварийного отключения. Вспомогательное питание все еще присутствует, чтобы упростить последовательность автоматического включения или для систем контроля питания. Это состояние обычно 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 обслуживания должна быть обеспечена безопасность работы, по крайней мере, с силовыми цепями постоянного тока и накопительной составляющей системы. В соответствии с местом, которое должно быть обслужено, может быть выбрана полная (см. рисунок 3) или частичная изоляция СНЭБ со стороны постоянного тока СНЭБ. СНЭБ должна быть заблокирована в изолированном состоянии локально или с помощью съемного разъединяющего инструмента, так что она может быть подключена только уполномоченным персоналом после завершения процедуры обслуживания. Чтобы привести систему в изолированное состояние, СНЭБ сначала должна быть переведена 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 СНЭБ, связанных с безопасностью).

Должна быть обеспечена визуальная видимость изолированного состояния с помощью блокируемого изолирующего устройства, в соответствии с требованиями местного законодательства.

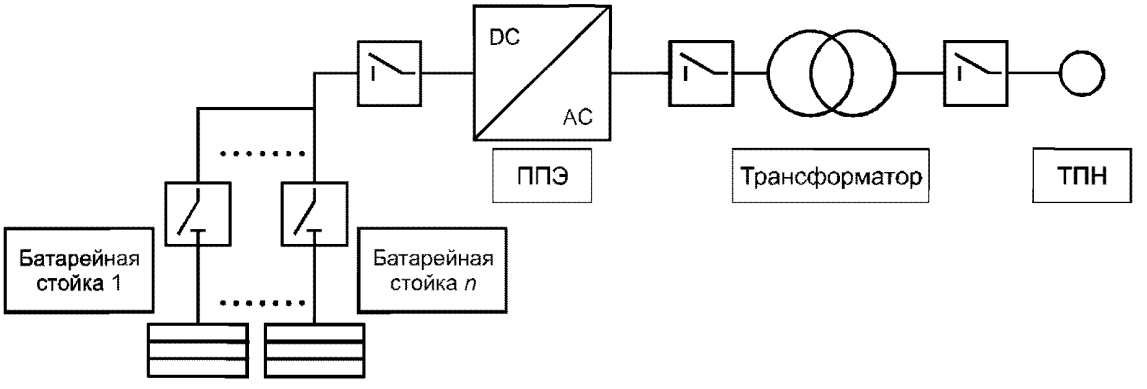


Рисунок 3 — Пример изолированного состояния (полная изоляция СНЭБ)

Процедура изоляции системы должна:

- разрешить отключение системы пожаротушения, если выпуск агента пожаротушения может быть вредным для людей, работающих в системе или рядом с ней;
- позволить системам обнаружения пожара, системам обогрева, вентиляции и кондиционирования, освещения и инженерных сетей оставаться в рабочем состоянии, чтобы обеспечить безопасные и комфортные условия труда.

Инструкции по изоляции системы должны:

- быть постоянно размещены в СНЭБ в одном месте, которое легко доступно человеку, осуществляющему изоляцию системы;
- предоставить четкие инструкции и проверки для достижения полной изоляции системы и ее подтверждения;
- предоставить 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 СНЭБ

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.

Подсистемы электрохимического накопления (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 стороны постоянного тока подсистемы преобразования энергии. 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 безопасного СНН батареи.

СНЭБ 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.

Полный номинал заменяемого предохранителя должен быть отмечен на держателе предохранителя или рядом с ним, чтобы номинал предохранителя был очевиден, даже если предохранитель удален. Другую необходимую информацию, такую как временная задержка I^2t или отключающая способность, следует указывать в паспортных данных. Процедура замены предохранителя должна быть описана в информации по безопасности конструкции и функциям СНЭБ, установленным в 7.12.

Условия перегрузки по току в подсистемах электрохимического накопления 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 выделение СНЭБ 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 СНЭБ, обеспечивающие защиту от доступа к опасным частям, должны быть достаточно прочными, чтобы предотвратить механическое повреждение из-за возможного механического воздействия.

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.2.1 и 8.2.2.2.

7.11.3.3 Защита от взрыва

В условиях СНЭБ категорий V-L/S-O/C-A, C-B, C-D и C-Z на месте, где находится СНЭБ, должны быть предусмотрены системы обнаружения горючих газов, генерируемых подсистемами электрохимического накопления. Об обнаружении горючего газа следует сообщать (операторам) как звуковыми, так и визуальными сигналами. Требование настоящего стандарта состоит в том, что СНЭБ не может быть установлена на площадке без каких-либо систем обнаружения горючих газов, и что это требование должно содержаться в руководствах по установке.

СНЭБ категорий V-L/S-U/C-A, C-B, C-D и C-Z должны иметь соответствующие обозначения для идентификации зон ограниченного доступа. Знак должен указывать, что из СНЭБ могут выходить горючие газы.

СНЭБ категорий V-H/S-O/C-A, C-B, C-D и C-Z должны быть снабжены собственными системами обнаружения горючих газов, генерируемых подсистемами электрохимического накопления. 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 СНЭБ 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 любого 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 СНЭБ категорий C-A, C-B, C-D и C-Z подсистемы электрохимического накопления могут выделять водород. Во избежание взрыва или возгорания СНЭБ не должна иметь никаких источников воз-

горания, если содержание водорода может быть более 4 % (нижний предел взрываемости водорода) во время любых инцидентов.

Для СНЭБ 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 СНЭБ.

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

СНЭБ 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;
- там, где не хватает 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, 8.2.3.2 и 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.

СНЭБ 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 СНЭБ. Если подсистема электрохимического накопления имеет дверь, то она должна быть огнезащитного исполнения.

СНЭБ категории S-U должна иметь систему обнаружения пожара, пожарную сигнализацию с использованием как звуковых, так и визуальных сигналов, а также огнетушители в безопасном и легко доступном 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

СНЭБ 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 подсистемы электрохимического накопления) должны быть приняты меры безопасности, чтобы избежать достижения этих температур в СНЭБ.

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

Операторы должны иметь возможность контролировать температуру внутренней атмосферы корпуса системы.

Операторы должны иметь возможность контролировать температуру подсистем в СНЭБ.

Операторы должны иметь возможность контролировать рабочее состояние подсистем вентиляции, и им следует сообщать об обнаружении ненормального 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, 8.2.6.2 и 8.2.6.3.

7.11.3.6 Защита от химического воздействия

Должна быть предусмотрена 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, должна быть предусмотрена защита от случайного заполнения дождем. Инструкции, касающиеся обеспечения подходящей локализации и нейтрализации разливов, должны предоставляться изготовителем системы вместе с инструкциями по установке.

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

Для СНЭБ категории E-S/S-O на площадке СНЭБ должна быть предусмотрена система обнаружения токсичных газов, генерируемых подсистемами электрохимического накопления. Об обнаружении токсичных газов следует сообщать (операторам) как с помощью звуковых, так и визуальных сигналов. В руководствах по установке должно быть указано, что СНЭБ не может быть установлена на месте без систем обнаружения токсичных газов.

Для СНЭБ категории E-S/S-U на площадке, где находится СНЭБ, или на самой СНЭБ должны быть предусмотрены соответствующие указатели для обозначения зоны ограниченного доступа. Знак должен указывать, что из СНЭБ могут быть выпущены токсичные газы.

В СНЭБ категории E-L/S-O должна быть предусмотрена собственная система обнаружения токсичных газов, генерируемых подсистемами электрохимического накопления. 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 СНЭБ 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 СНЭБ категории S-O должны быть предусмотрены меры по снижению концентрации газа, чтобы защитить рабочее пространство от высокого содержания токсичных газов, выделяемых из подсистем электрохимического накопления в СНЭБ.

СНЭБ 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.

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

Проведение испытаний и оценка соответствия — по 8.2.7.1, 8.2.7.2 и 8.2.7.3.

7.12 Информация для конечных пользователей

Для конечных пользователей 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 СНЭБ;
- предупреждающие устройства (звуковые извещатели и визуальные сигналы) и т. п.;
- последовательная диаграмма конструкций безопасности должна быть описана с помощью методов, установленных в соответствующем стандарте (например, *[5]*);
- вся информация с описанием конструктива и функций безопасности СНЭБ должна иметься в наличии и быть доступной для всех заинтересованных в СНЭБ сторон.

В инструкциях по установке СНЭБ, если она поставляется с подсистемой электрохимического накопления, должна быть предоставлена соответствующая информация о требуемом расходе воздуха для помещений подсистем электрохимического накопления. См. приложение F для получения информации о предупредительных знаках, касающихся безопасности СНЭБ. В соответствии с местными правилами должна предоставляться также любая другая необходимая информация.

Кроме того, должна быть предоставлена вся необходимая информация в объеме, требуемом национальными правилами.

7.13 Управление безопасностью по жизненному циклу

7.13.1 Эксплуатация и обслуживание

7.13.1.1 Общие положения

Любая сторона, которая несет ответственность за эксплуатацию и техническое обслуживание, должна информировать работников о том, что они должны всегда помнить о своей собственной безопасности, когда они работают рядом с СНЭБ. Неправильная эксплуатация и ненадлежащее или не-

брежное обслуживание могут привести к пожару, отравлению газом и поражению электрическим током. Все заинтересованные стороны должны защищать себя от таких рисков. Наилучший вариант, если СНЭБ будут работать автоматически и дистанционно через информационные сети.

Ожидается, что большинство СНЭБ будут работать автоматически и дистанционно через информационные сети в течение десятилетий. В течение этого времени детали СНЭБ будут заменяться при регулярном плановом профилактическом обслуживании, например мероприятий по плану технического обслуживания, 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 важны для контроля состояния СНЭБ.

Для обеспечения безопасности работников во время процесса обслуживания на месте установки СНЭБ любые изменения, внесенные ими, не должны перезаписываться до завершения процесса обслуживания никакими 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, который должен включать требования настоящего раздела.

Руководство по безопасности должно включать как минимум описание методов оповещения о проблемах СНЭБ, 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 приняты меры для исключения возможности случайного прикосновения инструментом к опасным деталям.

Руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию должно быть предоставлено владельцу СНЭБ или назначенному им агенту и включать, но не ограничиваться, следующие вопросы:

a) как поддерживать безопасность во время технического обслуживания (включая инструкции по технике безопасности и спецификации необходимых средств индивидуальной защиты (СИЗ) для различных операций технического обслуживания);

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

d) номер(а) экстренной связи;

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

f) как пользоваться подсистемами безопасности;

g) как использовать подсистемы защиты;

h) процедуры блокировки и разблокировки всех подсистем защиты;

j) спецификация и идентификация опасных частей СНЭБ.

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

Информация, касающаяся конструкции и процессов установки, всегда должна быть в наличии и проверяться во время процессов обслуживания. Эта информация может включать следующее:

- компоненты СНЭБ, которые часто работают под автоматическим и/или дистанционным управлением;

- отказы и/или неисправности, которые могут быть вызваны проникновением почвы, ростом растений, засорением фильтра или труб и т. д.;
- графики очистки и замены расходных материалов, которые должны быть включены в план эксплуатации и технического обслуживания;
- информация о проектной или конструктивной безопасности, которая должна быть предоставлена пользователям поставщиком или изготовителем и включать (но не ограничиваться):
  - все параметры подсистемы, связанные с безопасностью;
  - сочетание подсистем и программного обеспечения, которые могут повлиять на безопасность системы при использовании эквивалентных (заменяющих) устройств;
  - примеры произошедших аварий, вопросы и проблемы 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 бы опасность.

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

7.13.1.3 Плановое обслуживание

График периодического технического обслуживания должен разрабатываться изготовителем или системным интегратором. Он должен включать рассмотрение частоты использования, влияние времени и окружающей среды. Техническое обслуживание должно включать систему в целом, каждую подсистему и устройства подсистем.

Регулярное плановое обслуживание, такое как чистка и доступная для пользователя замена расходных материалов совместно с мониторингом системы, является ключевым компонентом безопасности с точки зрения системы. Текущее обслуживание требуется в тех случаях, когда плановое обслуживание может не сработать и это влияет на целостность системы, такую, как например, попадание воды или почвы из-за неожиданных погодных условий, или если животные (птицы или грызуны) повреждают целостность корпуса системы.

При длительном использовании следует учитывать неисправности и ухудшение рабочих характеристик компонентов и/или частей системы или подсистем. Они могут присутствовать без явных признаков. Не может быть никаких явных признаков неисправностей автоматических выключателей, фонарей, вентиляторов. Например, 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 СНЭБ.

Руководства по безопасности для эксплуатации и технического обслуживания СНЭБ, требуемые в 7.13.1.2, следует использовать работниками под наблюдением обученных операторов и/или обслуживающего персонала.

7.13.1.4 Измерение и мониторинг состояния системы

Измерение и мониторинг работоспособности системы имеют важное значение для планового и текущего обслуживания. Элементы, которые являются частью измерения и мониторинга испытания на работоспособность системы, должны основываться на знаниях, полученных в результате прошлых инцидентов, и анализе рисков с использованием АДО, АВПКО и т. п. Должно быть рассмотрено обнаружение неисправностей и снижения рабочих характеристик. В большинстве случаев системы СНЭБ, по всей вероятности, будут эксплуатироваться дистанционно без обученных операторов. В таких случаях работоспособность систем СНЭБ также должна контролироваться дистанционно.

Все параметры, которые были сочтены важными для состояния системы во время анализа риска, должны измеряться и контролироваться, а зарегистрированная информация должна быть доступна для операторов (например, напряжение, ток, температура, степень заряженности и т. д.).

Чтобы понять состояние батареи с точки зрения безопасности, важно контролировать параметры как во время работы, так и после выключения. Например, даже после отключения от сети существует возможность теплового разгона внутри батарей. Удаленный мониторинг работоспособности системы должен продолжаться и после ее отключения.

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

7.13.1.5 Обучение персонала

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

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

Обучение персонала должно включать в себя навыки безопасности и информацию. На этапе установки поставщик СНЭБ и изготовитель подсистемы должны предоставить инструкции по эксплуатации и технике безопасности владельцу, установщику и оператору. Эти руководства должны включать описание разрешенных и запрещенных операций.

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

- процедуру эвакуации;
- руководство по эвакуации;
- использование на ранней стадии пожара огнетушителя или, если таковые имеются, 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 СНЭБ);
- информацию как сохранять и записывать знания для предотвращения ожогов, поражения электрическим током;
- меры защиты и логика управления самой СНЭБ;
- методы работы с соблюдением техники безопасности;
- процедуры блокировки и разблокировки всех подсистем защиты.

Изготовитель должен предоставить руководство по требованиям к компетенции и уровню авторизации персонала, который эксплуатирует 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 рассмотрены любые изменения, которые могут ухудшить уровень безопасности СНЭБ. Кроме того, случай перемещения СНЭБ также может рассматриваться как аналогичный описанным выше изменениям.

Безопасность СНЭБ должна быть заново оценена в следующих ситуациях:

- когда СНЭБ перемещена или переустановлена на другом месте;
- при изменениях в самой системе (например, ухудшение качества в результате старения, процесса переустановки, разборки, транспортирования и сборки), включая любые изменения в СНЭБ на протяжении всего срока ее службы (то есть деталей и материалов для ремонта); должно быть подтверждено, что в результате произведенных изменений безопасность системы не пострадала;
- при изменениях, которые требуются в результате отказа системы или компонента, или другого инцидента, который может повлиять на безопасность и целостность СНЭБ;
- при изменениях в применении СНЭБ;
- при 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;
- изменениям в рабочих характеристиках и эффективности;
- суровым условиям окружающей среды (значительные изменения температуры), если СНЭБ находится там, где может быть велик сопутствующий ущерб (большое здание, торговый центр и т. д.);
- химическим рискам, которые могут привести к ухудшению или повреждению аккумуляторных батарей, вызванному транспортированием, и которые должны быть минимизированы во время перемещений и связанных с ними установок на новом месте;
- записи о техническом обслуживании, которые следует делать при каждом перемещении.

7.13.3 Пересмотр конструкции

Ожидается, что СНЭБ будет работать долговременно. В течение срока службы система будет претерпевать изменения из-за устаревания компонентов, обновленных или новых технологий, изменений окружающей среды, изменений на рынке или в законодательстве. Когда бы ни происходили изменения, 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 всякий раз, когда проект изменяется. Анализ риска должен быть основной частью как первоначальной безопасности конструкции, так и любого перепроектирования.

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

На рисунке 4 показано рассмотрение безопасности конструкции СНЭБ, когда произошли изменения. Замена целых подсистем или любых их компонентов, которые хотя и были подтверждены соответствующими техническими стандартами, может иметь риски безопасности на уровне системы и привести к несовместимости емкости и/или несовместимости использования емкости и/или риски использования в СНЭБ в целом, что может привести к опасности на уровне системы. По возможности, при замене подсистем следует использовать технически идентичные подсистемы или компоненты.

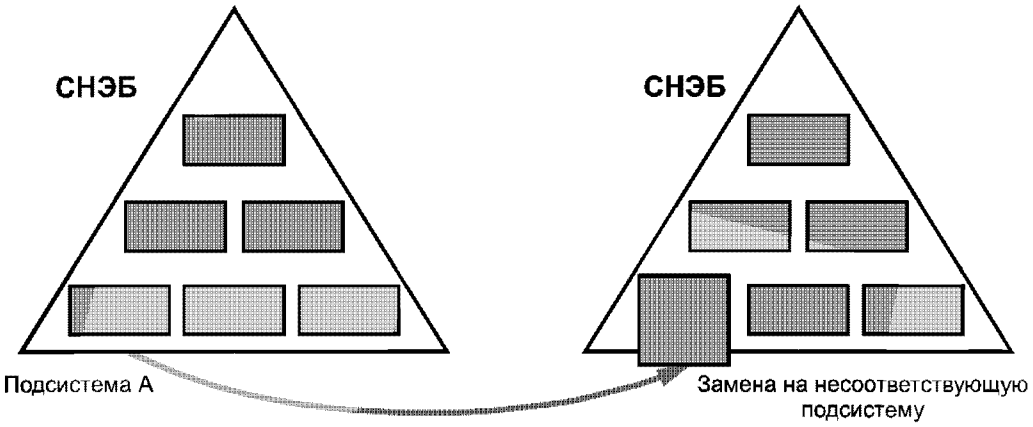


Рисунок 4 — Несовместимость емкости и/или использования в СНЭБ

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 подсистемы электрохимического накопления	Прочность здания, огнетушитель, НВКВ
Модернизация подсистемы преобразования энергии	НВКВ, электромагнитная совместимость других подсистем и т. д.
Изменение использования СНЭБ (арбитраж регулирования частоты) и/или обновление контроллера системы	Батарея, требования к возможностям охлаждающей способности других подсистем и т. д.

Спецификации подсистем вентиляции, кондиционирования воздуха и огнетушителей должны быть определены с учетом полностью выясненной разницы в окружающей среде при перемещении.

Перемещение СНЭБ должно быть выполнено с использованием того же процесса, который был использован при первоначальном строительстве или установке.

7.13.4 Управление окончанием срока службы

Система СНЭБ 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 местным нормам.

7.13.5 Меры по проверке управления безопасностью жизненного цикла

Соответствие требованиям 7.13.1—7.13.4 подтверждается соответствующими аттестациями. В приложении Е приведена информация о передовой практике для данных аттестаций.

8 Проверка и испытание системы

8.1 Общие положения

Испытания СНЭБ проводят для проверки безопасности и эффективности «конструкции СНЭБ, безопасной в своей основе», как указано в 7.10, и «предохранительных и защитных мер», как указано в 7.11. На программу испытаний будут влиять размер (то есть напряжение и энергоемкость), местоположение установки (например, управление снаружи или изнутри), технология (например, свинцово-кислотная) и возможные воздействия (например, в жилых помещениях). Так, например, программа испытаний литий-ионной СНЭБ 240 В, 1 кВт·ч для частного использования, внутри помещений, строится иначе, чем большой сложной коммунальной системы, состоящей из нескольких частей, которые не являются полными СНЭБ, пока они не установлены на месте.

Серийно производимые СНЭБ для жилых частных помещений обычно размещаются в одном корпусе и оцениваются аналогично бытовым устройствам в том смысле, что они будут подвергнуты программе типовых испытаний, с ИПЗ при производстве перед отправкой с предприятия-изготовителя и, возможно, с некоторыми незначительными приемочными испытаниями на месте установки. Сложная, уникально спроектированная, коммунальная система будет иметь свои основные компоненты или подсистемы, проверенные как части по стандартным критериям подсистемы. Компоненты будут подвергаться ИПЗ. Чтобы оценить СНЭБ в целом, ИПМ, как правило, должны быть более комплексными, поскольку СНЭБ не является полной системой, пока она не будет собрана и введена в эксплуатацию на месте установки.

Программа испытаний типа системы должна охватывать все аспекты, связанные с безопасностью. Если компоненты системы уже были оценены в соответствии с стандартами на типовые испытания аккредитованным испытательным центром, повторное испытание этих компонентов в рамках испытания типа *системы* не требуется.

В дополнение к испытаниям типа каждая отдельная система накопления (или основные компоненты или подсистемы системы) должна быть подвергнута ИПЗ, а затем вся система должна быть оценена с помощью ИПМ после ее установки и до введения в эксплуатацию.

ИПЗ должны охватывать как минимум следующее:

- наличие и правильные номиналы предохранителей и прерывателей;
- наличие и правильная работа устройств защитного отключения, мониторов изоляции и датчиков замыкания на землю;
- наличие и правильная работа автоматических и ручных разъединителей;
- ИПЗ системы может выполняться с частично установленным батарейным блоком или фиктивной батареей, если компоненты батарейного блока подверглись отдельным ИПЗ.

Система может быть установлена на месте, только если выполняется одно из следующих условий:

- система проходит все испытания во время ИПЗ; или же
- система проходит большинство испытаний во время ИПЗ, и оставшиеся могут быть проведены во время установки на месте и повторно испытаны во время ИПМ без негативного влияния на ситуацию безопасности.

После установки систему подвергают ИПМ, которые должны охватывать как минимум следующее:

a) проверка и измерение сопротивления заземления;

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

c) правильная установка;

d) проверка любых электрических, механических и жидкостных соединений, сделанных на месте;

e) полный ввод в эксплуатацию согласно руководству, анализу рисков и местным нормам.

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

Следует применить общие требования, которые описаны в *разделе 8 ГОСТ Р 58092.5.1—2018*.

Должна быть проверена настройка всего взаимодействия между ключевыми подсистемами СНЭБ.

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

В таблице 5 приведена сводка проверок и испытаний СНЭБ.

Таблица 5 — Сводка проверок и испытаний для СНЭБ

Испытание	Пункт, подпункт настоящего стандарта	Ссылочный стандарт	Требуемые испытания		
			Типовое	ИПЗ	ИПМ
Опасность поражения электрическим током	8.2.1				
Защита от короткого замыкания	8.2.1.1	—	X	—	—
Защита от перезаряда, сверхтока и защиты от замыканий на землю	8.2.1.2		X	—	X
Защита от импульсного напряжения	8.2.1.3	*ГОСТ Р МЭК 60664.1*	X	—	—
Диэлектрическое напряжение	8.2.1.4	*ГОСТ Р МЭК 60664.1*	X	X*	X*
Сопротивление изоляции	8.2.1.5	*ГОСТ Р 50571.16*	X	X	X
Проверка системы заземления и соединений	8.2.1.6	*ГОСТ IEC 62368-1, [4]*	X*	—	X*
Антиизолирование	8.2.1.7	—	X*	X*	X*
Механические опасности	8.2.2				
Ударопрочность	8.2.2.1	*Приложение ДА*	X	—	—
Статическая сила	8.2.2.2	*Приложение ДА*	X	—	—
Землетрясение и вибрация	8.2.2.3	—	—	—	X
Взрыв	8.2.3				
Спецификация горючего газа	8.2.3.1	—	X	—	—
Обнаружение газа	8.2.3.2	*ГОСТ IEC 60079-29-1— ГОСТ IEC 60079-29-3*	X	X*	X*
Вентиляция	8.2.3.3	*ГОСТ Р МЭК 60079-7, ГОСТ 31610.13*	—	X*	X*
Опасности, связанные с электрическим, магнитным и электромагнитным полями	8.2.4	*ГОСТ IEC/TS 61000-1-2, ГОСТ Р МЭК 61000-6-7, ГОСТ Р 50571.4.44*	X	—	—
Пожарная опасность (распространение)	8.2.5	*ГОСТ Р МЭК 62619*	X	X*	X*
Температурные риски	8.2.6				
Проверка работы термоконтроля	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 эффекты	8.2.7				
Спецификация токсичных жидкостей	8.2.7.1	—	X	—	—
Обнаружение жидкостей	8.2.7.2		X	X*	X*

Окончание таблицы 5

Испытание	Пункт, подпункт настоящего стандарта	Ссылочный стандарт	Требуемые испытания		
			Типовое	ИПЗ	ИПМ
Защитные меры от опасной жидкости	8.2.7.3	—	X	X*	X*
Опасности, связанные с неисправностями вспомогательной системы, системы управления и коммуникации	8.2.8	*ГОСТ Р 58092.5.1*	X	—	X*
Опасности, связанные с окружающей средой	8.2.9				
Стойкость к проникновению влаги	8.2.9.2	*ГОСТ 14254*	X	X	X
Воздействие морской среды (соляной туман)	8.2.9.3	*ГОСТ 30630.2.5*	X	—	—
Класс защиты IP корпуса СНЭБ и защитные ограждения	8.2.10	*ГОСТ 14254*	X	—	—

Примечания

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

2 Подробные детали испытаний и процедуры ИПМ могут быть приняты при рассмотрении конкретной конструкции системы СНЭБ.

8.2 Проверка и испытания СНЭБ

8.2.1 Электрические опасности

8.2.1.1 Защита от разряда большим током (короткого замыкания)

Цепи постоянного тока СНЭБ должны быть защищены от короткого замыкания (или имеется защита от короткого замыкания) как на стороне переменного тока, так и постоянного. Каждая подсистема электрохимического накопления должна быть защищена от короткого замыкания, и каждая подсистема преобразования энергии 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 СНЭБ, 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 СНЭБ должна быть испытана соответствующими смоделированными сигналами, чтобы определить, отключается ли цепь заряда, в соответствии с конструкцией, когда в подсистемах электрохимического накопления обнаружено состояние перезаряда, заряд большим током, или при замыкании на землю для всей СНЭБ.

Либо в качестве проверки при испытаниях типа ИПЗ средств управления защитой (для СНЭБ категории V-L), либо после установки в качестве ИПМ (для СНЭБ категории V-H), во время нормальной работы заряда, соответствующими смоделированными сигналами для событий отказа, перечисленных ниже, должны быть проверены все функции подсистемы, обеспечивающие защиту во время заряда (применяют каждый отказ, по одному):

- напряжение подсистем электрохимического накопления свидетельствует о перезаряде;
- ток подсистем электрохимического накопления указывает на превышение тока;
- обнаруживается замыкание на землю.

В результате примененных отказов защита СНЭБ от перезаряда, высокой скорости заряда и от замыканий на землю должна предотвращать повреждение СНЭБ, 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 испытанием типа, поскольку оно может привести к повреждению испытуемой СНЭБ. Испытание на импульсное напряжения 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.

СНЭБ 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 как минимум категорию перенапряжения III (для СНЭБ категории V-L в целом) или IV (для связанных с безопасностью подсистем СНЭБ категории V-H) *таблицы F.1*, приведенной в *ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012*. Для определения критериев допуска следует применить как минимум степень загрязнения 2 или 3 *таблицы 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 разряды. Частичное разрушение будет показано ступенькой в результирующей форме волны, по отношению к той, которая наблюдалась ранее в успешных импульсах. Пробой по первому импульсу может указывать либо на полный выход из строя системы изоляции, либо на срабатывание устройств ограничения перенапряжения в оборудовании.

Импульсное испытание может не применяться, если СНЭБ использует защиту от перенапряжений, которая уже была оценена для ожидаемых скачков.

8.2.1.4 Диэлектрические испытания

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

- кратковременное перенапряжение,
- самое 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 должны быть проведены в соответствии с *6.1.3.4 ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012*. Для определения критериев нормированных импульсных напряжений следует применить как минимум категорию перенапряжения III (для СНЭБ категории V-L в целом) или IV (для связанных с безопасностью подсистем СНЭБ категории V-H) *таблицы F.1 ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012*. Для определения критериев допуска следует применить как минимум степень загрязнения 2 или 3 *таблицы F.2 ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012*.

Как альтернатива диэлектрическому испытанию на переменном токе, могут быть проведены диэлектрические испытания на постоянном токе согласно *6.1.3.6 ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012*.

В результате испытания в испытанных цепях не должно быть следов пробоя диэлектрика.

Диэлектрические испытания на стадии ИПЗ следует проводить на всей СНЭБ в сборе или, по крайней мере, на подсистемах электрохимического накопления с рабочим напряжением, превышающим СНН.

Примечание — Это испытание может вызвать искрение внутри батарейных элементов или подсистем электрохимического накопления 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 СНЭБ с опасным напряжением, должно соответствовать значениям в *таблице 6.1 ГОСТ Р 50571.16—2019*.

8.2.1.6 Проверка системы заземления

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

Для СНЭБ 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 СНЭБ категории V-H система заземления должна быть проверена в соответствии с *[4]*.

8.2.1.7 Антиизолирование

Каждая антиизолирующая функция СНЭБ должна быть проверена или испытана соответствующим образом для подтверждения соответствия требованиям, установленным в 7.11.3.1.

8.2.2 Механические опасности

8.2.2.1 Прочность корпуса на удар

Для СНЭБ категории E-S корпуса следует подвергать испытанию на удар в соответствии с испытанием, описанным в *разделе ДА.2 приложения ДА*. В результате этого испытания не должно быть

повреждений, которые могли бы привести к доступу к опасным частям в соответствии с 8.2.10. После этого испытания СНЭБ не должна показывать никакой опасности поражения электрическим током, как определено в соответствии с диэлектрическим испытанием в 8.2.1.4.

Для СНЭБ категории E-L испытанию на удар, установленному выше, следует подвергать ограждения всех подсистем.

8.2.2.2 Прочность корпуса против статического усилия

Для СНЭБ категории E-S корпуса следует подвергать испытанию, описанному в *разделе ДА.1 приложения ДА*. В результате силовых испытаний не должно быть повреждений, которые могли бы привести к доступу к опасным частям согласно 8.2.10. После этого испытания СНЭБ не должна показывать никакой опасности поражения электрическим током, как это определено в соответствии с диэлектрическим испытанием в 8.2.1.4.

Для СНЭБ категории E-L силовому испытанию, установленному выше, 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 местных норм и условий установки. Однако сам 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 ИПМ в соответствии со стандартами, инструкциями изготовителя и местными правилами:

- каждая подсистема и вся система 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 Взрыв

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 подсистемы электрохимического накопления. Как указано в приложении В, некоторые СНЭБ могут выпускать горючий газ при нормальных условиях эксплуатации, а другие СНЭБ могут выпускать взрывоопасный или воспламеняющийся газ во время нарушения условий эксплуатации, которые приводят к перегреву СНЭБ и возможному возгоранию или взрыву.

8.2.3.2 Обнаружение газа/обнаружение отходящего газа

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

Примечание — Для СНЭБ, которая потенциально может перейти в тепловой разгон, может потребоваться проведение крупномасштабного 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 помочь в определении подходящей дефлаграционной вентиляции для предотвращения опасности взрыва в случае возгорания СНЭБ. См. приложение С для подробной информации о крупномасштабных испытаниях на огнестойкость.

После установки должны быть проверены согласно соответствующим стандартам, инструкциям изготовителя и местным правилам любые функции систем обнаружения, звуковых оповещений и визуальных сигналов для сообщения об инциденте с горючим газом, чтобы подтвердить, что их функции автоматически работают, когда концентрации горючего газа превышают предел, указанный изготовителем. Их функции должны работать в соответствии с конструкцией. Следует провести испытание типа для отдельных компонентов систем обнаружения, звуковых и визуальных сигналов. ИПЗ или ИПМ для СНЭБ с комбинацией систем обнаружения, звуковых оповещений и визуальных сигналов также должны быть выполнены с подходящими смоделированными сигналами для обнаруживаемых событий.

См. серию стандартов *ГОСТ IEC 60079-29* для получения инструкций по детекторам горючих газов.

8.2.3.3 Вентиляция

Вентиляционные системы, предоставленные на месте установки СНЭБ или находящиеся внутри самой СНЭБ, должны быть испытаны. Должно быть проведено испытание типа для отдельных

компонентов. Также для СНЭБ с системами вентиляции должно быть проведено ИПМ. В результате проведенных испытаний системы вентиляции должны работать автоматически в соответствии с конструкцией.

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

См. *6.6.4 ГОСТ Р МЭК 60079-7—2012* (метод оценки вентиляции аккумуляторного отсека) или *ГОСТ 31610.13*.

8.2.4 Опасности, связанные с электрическим, магнитным и электромагнитным полями

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

Защитные меры от вызванных возмущениями неисправностей подсистем СНЭБ должны быть подтверждены методом, приведенным в *ГОСТ Р 50571.4.44*.

Соответствие категории V-L вышеуказанным требованиям должно быть подтверждено испытаниями типа с представителем СНЭБ.

Соответствие категории V-H вышеуказанным требованиям должно быть подтверждено испытаниями типа с отдельными подсистемами СНЭБ, связанными с безопасностью, и проверкой подсистем управления СНЭБ на месте.

8.2.5 Пожарная опасность (распространение)

Подсистемы электрохимического накопления категории C-A должны быть испытаны и утверждены на соответствие требованиям *7.3.3 ГОСТ Р МЭК 62619—2020*.

Характеристики пожара от СНЭБ, при котором потенциально возможно проявления теплового разбега в соответствии с приложением B, следует определять с помощью крупномасштабного огневого испытания СНЭБ, в котором оцениваются распространение огня и выделение тепла для предполагаемой установки СНЭБ с системой пожаротушения и без нее. Данные испытаний, полученные в результате крупномасштабных испытаний на огнестойкость, могут подтвердить правильность установки СНЭБ с предполагаемой системой пожаротушения. См. приложение C для деталей проведения крупномасштабного огневого испытания.

После установки необходимо проверить следующие меры:

- для СНЭБ категории S-O системы пожарной сигнализации и пожаротушения установлены и введены в эксплуатацию на месте СНЭБ;

- для СНЭБ категории S-U любые пожарные сигнализации и системы пожаротушения, находящиеся в непосредственной близости;

- в обоих случаях, если пожарная сигнализация обнаруживает пожарную опасность, то системы пожаротушения автоматически работают.

В случае, если результат оценки риска на уровне системы показывает, что система пожаротушения не требуется, нет необходимости ее 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.

В случае, если результат оценки риска на уровне системы показывает, что система пожаротушения не требуется, она может не устанавливаться.

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 местным правилам, чтобы подтвердить, что их функции автоматически работают при пожаре. Их функции должны работать в соответствии с конструкцией. Следует провести испытание типа для отдельных компонентов систем обнаружения, звуковых и визуальных сигналов. Также следует выполнить ИПЗ или ИПМ для всей установки СНЭБ с комбинацией систем обнаружения, звуковых и визуальных сигналов, а также огнетушителей.

8.2.6 Температурные опасности

8.2.6.1 Проверка работы контроля температуры

СНЭБ подлежит следующей проверке или испытанию:

- подсистемы электрохимического накопления с измерением температуры батареи должны проверяться 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 СНЭБ превышает установленные значения, чтобы поддерживать требуемые рабочие условия;

- если ранее не проводилось как часть испытаний типа, при установке необходимо проверить СНЭБ, чтобы убедиться, что заряд и разряд прекращаются, если температура подсистемы электрохимического накопления превышает температурный предел, который указан изготовителем;

- в случае, если устройство ограничения тока оборудовано вне подсистем электрохимического накопления, его работа должна быть проверена путем проверки системы или испытаний с подходящими смоделированными сигналами перезаряда или роста 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 местным правилам, чтобы подтвердить, что их функции автоматически работают, когда контролируемые температуры превышают пределы, установленные изготовителем. Должны быть проведены испытания типа отдельных компонентов систем обнаружения, звуковых и визуальных сигналов.

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

Все вышеперечисленные функции должны работать в соответствии с конструкцией.

В приложении G приведена дополнительная информация относительно работы контроля температуры.

8.2.6.2 Ненормальная работа подсистем вентиляции

Это испытание проводят для СНЭБ с системами вентиляции и СНЭБ с вентиляционными отверстиями в корпусе СНЭБ. Система вентиляции СНЭБ должна быть заблокирована или отключена. Затем СНЭБ подвергают воздействию любых внутренних источников тепла (например, цикла разряда-заряда подсистем электрохимического накопления), чтобы проверить, обнаруживают ли органы управления неисправную систему вентиляции и заканчивают ли они заряд и разряд до того, как СНЭБ перегреется. Испытание можно проводить при работающей системе вентиляции и каких-нибудь заблокированных вентиляционных отверстиях или каналах.

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

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

После установки СНЭБ должно быть проверено, что функция сообщения оператору автоматически срабатывает, когда температура подсистем электрохимического накопления 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 работать в соответствии с конструкцией.

8.2.6.3 Испытания на температуру при нормальной эксплуатации

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

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

Все вышеперечисленные функции должны работать в соответствии с конструкцией.

8.2.7 Химические эффекты

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 подсистемы электрохимического накопления. См. приложение В.

8.2.7.2 Обнаружение жидкостей

После установки любые функции систем обнаружения, звуковых и визуальных сигналов оповещений об инциденте с опасными жидкостями должны быть проверены согласно соответствующим стандартам, инструкциям изготовителя и местным правилам, чтобы подтвердить, что их функции автоматически работают при достижении установленной концентрации или утечке опасных жидкостей. Их функции должны работать в соответствии с конструкцией. ИПМ для отдельных компонентов систем обнаружения, звуковых и визуальных сигналов оповещений следует проводить с соответствующими смоделированными сигналами для обнаруживаемых событий.

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

8.2.7.3 Защитные меры от опасной жидкости

Все функции мер защиты от опасной жидкости, требуемые в 7.11.3.1, должны быть проверены или испытаны согласно соответствующим стандартам, инструкциям изготовителя и местным правилам. Их функции должны работать в соответствии с конструкцией.

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

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

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

Параметры СНЭБ должны быть доступны по сети связи, даже если система 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, отмеченные ниже, применяют к СНЭБ, имеющим определенные уровни устойчивости к воздействию внешних факторов или которые предназначены для установки там, где условия окружающей среды могут повлиять на их безопасность.

8.2.9.2 Воздействие попадания влаги

СНЭБ должна быть подтверждена проверкой конструкции системы в соответствии с результатом оценки риска на уровне системы (см. раздел 6) или полностью испытана в соответствии с ее заявленной степенью защиты от проникновения (окружающей среды) (IP) в соответствии с *ГОСТ 14254*.

При испытании СНЭБ на проникновение влаги, она не должна в результате испытаний иметь признаков пожара или взрыва, и не должно быть повреждений корпуса, которые могут привести к доступу к опасным частям в соответствии с 8.2.10. Защитные подсистемы должны оставаться работоспособными. СНЭБ не должна представлять опасность поражения электрическим током в соответствии с испытанием на стойкость к диэлектрическому напряжению, указанному в 8.2.1.4.

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

В случае выделения токсичного газа или жидкости в присутствии воды эти газ или жидкости должны быть обнаружены. Они должны быть идентифицированы (природа) и указаны (выпущенный объем) в течение процесса проектирования системы. Защита от химического воздействия должна быть обеспечена, как описано в 7.11.3.6.

Процесс, который требуется для соблюдения вышеизложенного, включен в пример испытаний, приведенный в приложении D.

8.2.9.3 Воздействие морской среды (соляной туман)

СНЭБ, предназначенная для установки в морской среде или рядом с ней (например, вблизи морских берегов, в доках и т. д.), должна быть подтверждена проектной проверкой системы в соответствии с результатом оценки системного риска (см. раздел 6) или полностью подвергнута воздействию согласно *ГОСТ 30630.2.5*, метод испытания на воздействие 1 или 2.

Примечание — *ГОСТ 30630.2.5* определяет метод испытаний 1 или 2 для оборудования, которое постоянно используется в морской среде или рядом с ней.

В результате воздействия соляного тумана СНЭБ не должна иметь признаков пожара или взрыва. Не должно быть повреждений корпуса, которые могут привести к доступу к опасным частям. СНЭБ не должна представлять опасность поражения электрическим током, как это определено в соответствии с испытанием на стойкость к диэлектрическому напряжению, установленному в 8.2.1.4.

В случае выделения токсичного газа или жидкости в присутствии соленой воды, эти газ или жидкости должны быть обнаружены. Они должны быть идентифицированы (природа) и указаны (выпущенный объем) на стадии проектирования системы. Защита от химического воздействия должна быть обеспечена, как описано в 7.11.3.6.

Возможный процесс, который должен быть выполнен для установления соответствия требованиям выше, включен в пример испытаний, приведенный в приложении D.

8.2.10 Степень защиты корпуса СНЭБ и защитные ограждения

Корпус СНЭБ 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 СНЭБ

Настоящий стандарт является стандартом безопасности и не определяет право собственности на СНЭБ. Но решение и разъяснение права собственности важны для безопасности СНЭБ и ответственности за них, поэтому описание моделей собственности также важно, потому что это полезно для принятия решения о владении.

Модели владения являются критически важным фактором для СНЭБ, особенно для небольших бытовых и коммерческих установок. В тех случаях, когда более крупные установки, как правило, образуют часть более крупной коммунальной системы с назначенными конкретными процедурами и задачами, более мелкие установки, вероятно, будут рассматриваться так же, как бытовые приборы, такие как холодильник. В этом случае следует предположить, что пользователь системы не имеет ни технических знаний, ни удовлетворительного уровня сознания в отношении аспектов безопасности СНЭБ. Эта ситуация, вероятно, будет распространена в будущем, в связи с чем необходимо учитывать следующее:

- Должна ли система продаваться напрямую, без постоянного взаимодействия между владельцем системы и/или поставщиком?
- Будут ли цели безопасности и рабочих характеристик системы лучше достигаться с помощью модели управляемой аренды?
- Является ли вариант управляемой аренды или договорного режима обслуживания практичным или экономически эффективным?
- Должен ли этот аспект подлежать регулированию?
- Обязательно ли модель владения ограничивает тип химии, которая может быть установлена в этих небольших установках?
- Каковы последствия передачи права собственности, когда новый владелец может даже не знать, что СНЭБ существует?
- Какой уровень взаимодействия с сетью электроснабжения требуется, когда СНЭБ находится на стороне потребителя электросчетчика; каковы права коммунального предприятия в этом случае?
- В какой момент система становится значительным риском, требующим нормативных мер, если основная базовая СНЭБ может иметь размер и простоту базовой системы ИБП и единственная разница между ними — это двунаправленный поток?
- На какие результаты по окончании срока службы можно рассчитывать при различных моделях владения?

Приложение В
(справочное)

Опасности и риски СНЭБ

В.1 Общее введение

СНЭБ, которые спроектированы с достаточной защитой и установлены, эксплуатируются и обслуживаются таким образом, чтобы обеспечить безопасность системы, могут эксплуатироваться без инцидентов, о чем свидетельствуют системы, находящиеся в эксплуатации в настоящее время. Контроль безопасности и подход к снижению опасности 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:

- невозможность всегда быть в состоянии изолировать энергию или снизить ее до безопасного уровня, что приводит к потенциальному риску поражения электрическим током или других опасностей электрической энергии;
- батареи могут иметь большой постоянный (вид тока) ток короткого замыкания;
- химическая опасность из-за выделения электролита;
- элементы батареи могут быть легковоспламеняющимися;
- батареи могут генерировать газы при нормальной работе (водород) или вследствие ненормальной работы (например, хлор, бром, 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 опасностям, обычно относящимся ко всем СНЭБ, перечисленным в таблице 1, включают (но не ограничиваются):

- ошибку обнаружения замыкания на землю СНЭБ, как таковой;
- потерю контроля над подсистемой(ами) электрохимического накопления в заряженном состоянии (особенно неисправность, вызванная другими подсистемами, например, осцилляции и/или шум подсистемы преобразования мощности);
- разрушение, падение и физические колебания (вибрация) подсистемы электрохимического накопления и корпуса;
- неисправность подсистем, вызванную электрическим шумом и электромагнитной (или электростатической) наведенной вибрацией;
- возможные условия неправильного использования батарей и окончательно установленной системы; и
- совместимость выбранных батарей и окончательной системы в соответствии с проектом.

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

- распространение тепла, возникающего в результате неконтролируемого сбоя в подсистемах электрохимического накопления;
- выброс горючего газа из подсистемы электрохимического накопления;
- пожароопасные химические/токсические угрозы, исходящие из подсистемы электрохимического накопления.

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

- распространение горючих химических веществ (например, газообразного водорода) из подсистемы электрохимического накопления;
- распространение токсичных химических веществ (например, электролита) из подсистемы электрохимического накопления.

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

- распространение тепла, возникающее в результате неконтролируемого сбоя в подсистемах электрохимического накопления;
- аномальное тепло от подсистемы электрохимического накопления.

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

- распространение горючих химических веществ (например, газообразного водорода) из подсистемы электрохимического накопления;
- распространение токсичных химических веществ (газ, жидкость) из подсистемы электрохимического накопления.

В таблицах В.1—В.5 приведены перечни опасностей СНЭБ. Эти таблицы предназначены для пояснения опасностей, которые следует учитывать при оценке риска только в СНЭБ, а не самих отдельных батарей.

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

- риски, связанные с объединением нескольких компонентов и/или батарейных блоков;
- сложность окончательной системы и режимы отказа;
- любые соображения для принятия во внимание аспектов безопасности на протяжении всего жизненного цикла использования СНЭБ;
- недостаточное заземление, изоляция и связь между подсистемами СНЭБ;
- опасное (закрытое, узкое, ограниченное) рабочее пространство;
- попадание воды и пыли (неподходящий класс IP);
- переходный электрический вход к подключенной сети.

Таблица В.1 — Общие опасности СНЭБ

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 подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты и корпусом. Ошибка обнаружения замыкания на землю в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, подсистемой подключения к корпусу и сети. Потеря контроля над подсистемой электрохимического накопления энергии в сочетании с подсистемой преобразования энергии, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, корпусом, подсистемой подключения к сети и интерфейсами. Недостаточная изоляция, необходимая для обеспечения безопасности в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, корпусом и подсистемой подключения к сети. Недостаточное соединение, необходимое для обеспечения безопасности в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, подсистемой управления/связи и подсистемой защиты
Механическая	Да	Разрушение, падение и физические колебания подсистемы электрохимического накопления и корпуса
Электрические, магнитные и электромагнитные поля	Да	Неисправность подсистем, вызванная электрическим шумом и физическими колебаниями подсистем, вызванными магнитным шумом, в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, 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 СНЭБ 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 таблице В.1: Внутреннее короткое замыкание элемента батареи в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой управления/связи и корпусом. Внутреннее короткое замыкание подсистемы электрохимического накопления в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой управления/связи и корпусом
Взрыв	Да	Удержание горючего газа в сочетании с подсистемой электрохимического накопления и подсистемой НВКВ. Искрение в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, подсистемой защиты, корпусом и подсистемой подключения к сети. Нарушение изоляции в подсистеме электрохимического накопления в сочетании с подсистемой управления/связи и подсистемой защиты. Сплавление проводников в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, подсистемой подключения к сети и сети. Повышение внутреннего давления в подсистеме электрохимического накопления в сочетании с подсистемой управления/связи и подсистемой НВКВ
Пожар	Да	Пожар от подсистемы электрохимического накопления в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, подсистемой НВКВ, подсистемой подключения к сети и электросети. Распространение теплового разгона от подсистемы электрохимического накопления в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, 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 подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, подсистемой управления/связи, подсистемой НВКВ, корпусом и интерфейсом
Химическая	Да	Разлив жидкости, выделение газа и выброс твердых веществ из подсистемы электрохимического накопления (электролиты, активные материалы и продукты реакции) в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты и подсистемой НВКВ

Таблица В.3 — Опасности СНЭБ при использовании батареи с водным электролитом (категория С-В)

Опасность на уровне системы — комбинация с каждой подсистемой			
	Виды	Опасности как «инциденты подсистемы» (да или нет/подробности)	
	Электрическая	Да	То же, что в таблице В.1
	Взрыв	Да	Удержание горючего газа в сочетании с подсистемой электрохимического накопления и подсистемой НВКВ. Искрение в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, подсистемой защиты, корпусом и подсистемой подключения к сети. Сплавление проводников в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, корпусом и подсистемой подключения к сети. Повышение внутреннего давления в подсистеме электрохимического накопления 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 подсистемы электрохимического накопления (электролиты, активные материалы и продукты реакции) в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты и подсистемой НВКВ

Таблица В.4 — Опасности СНЭБ 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 таблице В.1: Внутреннее короткое замыкание подсистемы электрохимического накопления в сочетании с подсистемой управления/связи и корпусом. Отказ цепи нагрева батареи в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой управления/связи и подсистемой защиты
	Взрыв	Да	Растворение батареи и проводящих частей материалом отрицательного электрода (натрием) в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты и контуром нагрева батареи. Искрение в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, подсистемой защиты, корпусом и соединительным выводом подключения к сети. Нарушение изоляции в подсистеме электрохимического накопления в сочетании с подсистемой управления/связи и подсистемой защиты. Сплавление проводников в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, корпусом и соединительным выводом подключения к сети. Повышение внутреннего давления в подсистеме электрохимического накопления в сочетании с подсистемой управления/связи и подсистемой НВКВ
	Пожар	Да	Пожар от подсистемы электрохимического накопления в сочетании с подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, подсистемой отопления, вентиляции и кондиционирования, контуром нагрева батареи, корпусом и соединительным выводом подключения к сети
	Температура	Да	Воздействие нагретой поверхности в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, подсистемой управления/связи, подсистемой НВКВ, контуром нагрева батареи, корпусом и интерфейсом. Отказ цепи нагрева батареи в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой управления/связи и подсистемой защиты
	Химическая	Да	Разлив жидкости, выделение газа и выброс твердых веществ из подсистемы электрохимического накопления (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 подсистемой электрохимического накопления, подсистемой управления/связи и подсистемой защиты

Таблица В.5 — Опасности СНЭБ при использовании проточной батареи (категория C-D)

Опасность на уровне системы — комбинация с каждой подсистемой		
Виды	Опасности как «инциденты подсистемы» (да или нет/подробности)	
Электрическая	Да	То же, что в таблице В.1
Взрыв	Да	Удержание горючего газа в сочетании с подсистемой электрохимического накопления и жидкостной системой. Искрение в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, подсистемой защиты, корпусом и соединительным выводом подключения к сети. Сплавление проводника в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, подсистемой управления/связи, подсистемой защиты, корпусом и соединительным выводом подключения к сети
Пожар	Нет	Не применимо
Температура	Да	Воздействие нагретой поверхности в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, подсистемой преобразования энергии, 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 подсистемы электрохимического накопления (электролиты, активные вещества и продукты реакции) в сочетании с подсистемой электрохимического накопления, теплообменником и жидкостной системой. Выработка газа электролизом воды в сочетании с подсистемой электрохимического накопления и подсистемой управления/связи

В.2 Опасности

В.2.1 Общие положения

Опасности, которые необходимо устранить для СНЭБ, — это опасность пожара и взрыва, химическая опасность, электрическая опасность, накопленная энергия и физическая опасность. Эти опасности могут варьироваться в зависимости от технологии, но также могут варьироваться при нормальных условиях эксплуатации по сравнению с аварийными и ненормальными условиями.

В.2.2 Пожарная опасность

Потенциальная опасность возникновения пожара может быть оценена путем контроля элементов огненного треугольника. Этими элементами являются топливо для огня, окислитель и тепло источника зажигания. Потенциал пожара отсутствует, если нет подходящей концентрации топлива, окислителя и источника тепла, достаточного для воспламенения топлива в имеющейся концентрации.

В.2.3 Химическая опасность

Химическая опасность классифицируется в соответствии с ограничениями опасных материалов для нормальной работы СНЭБ.

В.2.4 Опасность поражения электрическим током

Опасность поражения электрическим током для людей, работающих со СНЭБ, где они могут соприкасаться с частями, находящимися под напряжением более 50 В, и подвергаться воздействию электрической энергии с уровнем падающей 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 аварийно-спасательных служб СНЭБ, которые подверглись воздействию огня или других аварийных ситуаций, в том числе вероятность поражения электрическим током и дуговой вспышкой из-за короткого замыкания поврежденных частей СНЭБ 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, необходимо снизить допустимые уровни напряжения и падающей 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 СНЭБ, включая ту, которая была повреждена и/или считается разряженной, и которая представляет опасность для людей, контактирующих с системой, которые не знают 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 службам, имеющим дело с поврежденной СНЭБ, которая все еще может содержать опасную энергию.

B.2.6 Физические опасности

Физическая опасность — это опасность для людей, которая может возникнуть в результате контакта с частями, имеющими достаточную кинетическую энергию, частями, имеющими опасные тепловые характеристики, которые могут вызвать ожоги, или частями, которые содержат жидкости с опасными уровнями давления, либо с недостаточной структурной целостностью, чтобы безопасно содержать жидкости, либо способными безопасно сбросить давление. Для электрохимического СНЭБ существует потенциальная опасность ожогов для работников, контактирующих с некоторыми технологиями во время нормальной работы и ремонта, если они не имеют надлежащей теплоизоляции.

B.2.7 Опасность высокого давления

В системах СНЭБ нет известных опасностей 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 СНЭБ. Как правило, для коммерчески доступных СНЭБ нет никаких опасностей, связанных с кинетической энергией, за исключением движущихся частей в составе компонентов установки системы, таких как лопасти вентилятора охлаждения или вентиляции, которые могут быть не защищены должным образом.

B.3 Аспекты опасности при нормальных условиях эксплуатации

B.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 обслуживания или текущего ремонта, или с воспламенением воспламеняемых концентраций горючих жидкостей и твердых веществ, которые могут возникать в процессе нормальной работы СНЭБ (например, выделение водорода из батарей с водными электролитами).

B.3.2 Химические опасности

При нормальных условиях эксплуатации существует вероятность контакта с опасными материалами работниками, контактирующими с системой для технического обслуживания, ремонта и замены систем.

Примеры химической опасности:

1) Примеры жидкостной опасности:

a) едкие электролиты: батареи с электролитами в диапазоне pH ≤ 2 или pH ≥11,5 считаются едкими (кислотными или щелочными). Это проблема систем с подобными электролитами, где существует риск утечек или разливов во время технического обслуживания или нормальной работы. Должны быть приняты меры по локализации разливов, и работники должны иметь соответствующие безопасные рабочие процедуры и защитную одежду для работы с системами, содержащими эти едкие жидкости. Это не относится к свинцово-кислотным батареям типа VRLA;

b) токсичные жидкости: существует вероятность воздействия токсичных жидкостей при нормальной эксплуатации, обслуживании или текущим ремонте некоторых систем. Руководство по воздействию токсичных жидкостей на персонал приведено в *ГОСТ 32419*, *ГОСТ Р 56930*, *[6]* по опасным материалам. Работники, контактирующие с этими системами, должны знать о потенциальных опасностях и иметь соответствующие процедуры и оборудование/СИЗ, чтобы избежать этих опасностей;

2) Окислители: существует вероятность присутствия в СНЭБ окислителей. Окислитель увеличивает воспламеняемость других материалов;

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

Примечания

1 Концентрации этих газов должны быть ограничены в соответствии с действующим законодательством и местными правилами.

2 OSHA и NIOSH 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 IDLH, который представляет концентрации, которые опасны для жизни и здоровья сразу;

4) Твердые вещества: Реагирующие с водой и токсичные металлы, которые могут содержаться в некоторых батарейных технологиях, обычно не представляют опасности во время обслуживания или текущего ремонта этих систем, но могут представлять проблемы в ненормальных условиях. Батареи, содержащие эти опасные материалы, должны быть маркированы символами, соответствующими результатам анализа риска и местным нормам.

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: СНЭБ с напряжением свыше 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) Вспышка дуги: СНЭБ, уровень падающей энергии которого превышает 5 Дж/см^2, должна иметь расчетные границы вспышки дуги, которые должны идентифицироваться с помощью маркировки, а также 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 будущего использования, как правило, в форме электричества, представляет собой накопленную энергию. Примером опасности накопленной энергии является воздействие на работника СНЭБ, которая не разряжена в достаточной степени, или СНЭБ, которая повреждена и где существует вероятность поражения электрическим током и вспышкой дуги. Для нормальных условий эксплуатации в местах размещения коммерческих и промышленных СНЭБ должны находиться инструкции по изоляции опасного напряжения и энергии для технического обслуживания, а также для разряда батарей для их безопасной замены и утилизации. В жилых и небольших коммерческих системах должна быть предоставлена информация и доступ обученных технических специалистов для выполнения этих работ, чтобы гарантировать, что неиспользованная и накопленная энергия не представляет опасности при нормальных условиях эксплуатации.

В.3.4 Физические опасности

Физические опасности могут включать в себя следующее:

1) Опасность ожога: возможный контакт с горячими поверхностями во время технического обслуживания, который может привести к ожогам, если не используются СИЗ;

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

3) Части с кинетической энергией: части в составе компонентов СНЭБ, которые могут содержать движущиеся части, которые могут привести к травме, если они не защищены должным образом. Это также может быть проблемой для гибридной системы батарей и маховиков.

В.4 Аспекты опасности в аварийных/ненормальных условиях

В.4.1 Пожарная опасность

Пожарная опасность может включать в себя следующее:

1) Горючие/легковоспламеняющиеся концентрации из-за перегрева и прохождение легковоспламеняющихся газов вблизи источников возгорания могут возникать в аварийных/аномальных условиях. Если концентрации вентилируемых газов, таких как водород, достаточно для создания горючих/легковоспламеняющихся концентраций в присутствии горячих частей, 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 элементе батареи;

2) Возможны пожары из-за перегрева электрических частей в ненормальных условиях, таких как короткие замыкания;

3) Некоторые СНЭБ используют инертные газы для пожаротушения. Эти газы не токсичны, но могут вызвать удушье. Непреднамеренная утечка газов должна быть предотвращена.

В.4.2 Химическая опасность

Примеры химической опасности:

1) Опасность жидкости, такая как:

a) разъедающие разливы: жидкость с pH ≤2 или pH ≥11,5 считается едкой и имеет уровень опасности 3. Она в соответствии с *[7]*, таблица В.1, может привести к серьезным 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]*;

b) 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 20 °C равна или более чем в 10 раз превышает значение CL_{50} для острой токсичности при вдыхании, если значение CL_{50} для нее меньше или равно 1000 ч/млн;

- уровень 3: может привести к серьезным или постоянным травмам. Любая жидкость, концентрация насыщенных паров которой при 20 °C равна или больше значения CL_{50} для острой токсичности при вдыхании, если CL_{50} для нее меньше или равна 3000 ч/млн, и которая не соответствует критериям уровню опасности 4;

- уровень 2: может вызвать временную нетрудоспособность или остаточную травму в чрезвычайных ситуациях. Любая жидкость, концентрация насыщенных паров которой при 20 °C равна или превышает одну пятую значения CL_{50} для острой токсичности при вдыхании, если CL_{50} для нее меньше или равна 5000 ч/млн, и которая не соответствует критериям для степени опасности 3 или уровню 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 меньше или равна 200 мг/л;

2) Окислители: существует вероятность присутствия в СНЭБ окислителей. Окислитель увеличит интенсивность огня других материалов. *[8], приложение G*, предоставляет информацию об испытаниях для классификации

окислителя и определения известных окислителей в соответствии с их классификацией *[8], приложение G*, также предоставляет руководство по мерам безопасности, которые следует использовать при наличии значительных экспонированных количеств известных окислителей, которые могут возникать в ненормальных условиях определенных технологий СНЭБ, которые их содержат. Батареи, содержащие окислители, должны быть отмечены в разделе особой опасности *[7]*;

3) Твердые вещества: некоторые батарейные технологии содержат реагирующие с водой материалы, которые могут вступать в бурную реакцию при контакте с влагой, включая влагу в воздухе. Хотя эти материалы не подвергаются воздействию влажности в нормальных условиях эксплуатации, они могут подвергаться ее воздействию в ненормальных условиях. Батареи, содержащие химически активные вещества, должны быть помечены как таковые в алмазе опасности *[7]*;

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

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

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

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

d) 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 меньше или равна 10000 ч/млн.

Примечание — Как указано в *ГОСТ Р 56930, [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 одного часа, скорее всего, вызывает смерть в течение 14 сут у половины обследованных животных. Критерии токсичности при вдыхании паров основаны на данных CL_{50}, относящихся к 1 ч воздействию.

B.4.3 Электрические опасности

Примеры электрических опасностей:

1) Удар электрическим током: цепи с напряжением свыше 50 В потенциально могут стать причиной поражения электрическим током, потому что лица, принимающие первые меры реагирования в аварийных ситуациях, не будут иметь обучения и защитного оборудования, которое было бы у обученных электриков при нормальных условиях обслуживания и текущего ремонта. Должна быть доступна 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 части, находящиеся под напряжением, которые подвергаются воздействию ненормальных условий. Изготовители/установщики СНЭБ должны определить расстояние от нее, тип и угол разбрызгивания воды для лиц, принимающих первые меры реагирования. Руководящие указания по аварийному реагированию, изложенные в 4.11.3, должны касаться проблемы 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 Соленая вода не должна использоваться в электрическом оборудовании под напряжением.

3 Было определено расстояние, равное 6,1 м, чтобы снизить потенциальную опасность поражения электрическим током от источника постоянного тока 1000 В до уровня ниже 2 мА, который считается безопасным.

2) Опасность поражения электрическим током, дуговой вспышкой и дуговым взрывом: как правило, лица, принимающие первые меры реагирования, не получают обучения и надлежащей защиты от опасности возникновения дуговой вспышки, дугового взрыва 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;

3) Опасность накопленной энергии: СНЭБ, поврежденная во время чрезвычайного происшествия, может представлять потенциальную опасность удара током, дуги, взрыва и повторного возгорания. Участок, на котором

расположена СНЭБ, должен иметь доступ для обученного персонала, вызванного для оказания помощи в чрезвычайных ситуациях, чтобы изолировать потенциальную опасную энергию и, при необходимости, отводить энергию для предотвращения возможного повторного воспламенения некоторых технологий в последующее время. Для 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 для оказания первой помощи и реагирования, а также для сброса накопленной энергии в батареях для утилизации.

B.4.4 Физические опасности

Примеры физических опасностей:

1) 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.);

2) Потенциально горячие части;

3) Опасность накопленной энергии: повреждение СНЭБ во время аварийного происшествия может представлять потенциальный удар, вспышку дуги, взрыв и опасность повторного возгорания. Участки должны иметь доступ для обученного персонала, вызванного для оказания помощи в чрезвычайных ситуациях, чтобы изолировать потенциальную опасную энергию и, при необходимости, отводить энергию для предотвращения возможного повторного воспламенения некоторых технологий.

B.5 Коммерчески доступные батарейные технологии

B.5.1 Литий-ионные батареи (ЛИБ) (C-A)

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 в кристаллографической структуре). Во время заряда ионы движутся в обратном направлении и внедряются в анод. Поскольку во время заряда или разряда ионы лития встраиваются в исходные 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 применяются.

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

1) Пожарная опасность: возможна опасность пожара, если в аккумуляторах имеются скрытые дефекты или проблемы с элементами управления, которые должны препятствовать тепловому разгону элементов. Системы должны быть оценены на их способность предотвращать распространение из-за этих дефектов;

2) Химическая опасность: не применимо;

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

4) Опасности накопленной энергии: во время технического обслуживания возможны риски, связанные с накопленной энергией, если батареи не могут быть изолированы для технического обслуживания или замены;

5) Физические опасности: не применимо.

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

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

b) химическая опасность: может быть возможность выделения газов в виде опасных паров при ненормальных условиях в зависимости от размера элементов и уровня отказа;

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

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

e) 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, где могут отсутствовать ограждения.

B.5.2 Свинцово-кислотные батареи (C-B)

B.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 две основные категории свинцово-кислотных аккумуляторов:

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

2) свинцово-кислотные батареи с регулируемыми клапанами (VRLA), иногда 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.

B.5.2.2 Свинцово-кислотные батареи открытого типа

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

1) 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/элемент). *ГОСТ Р МЭК 62485-2* содержит соответствующее руководство в этом вопросе. При разряде водород не образуется, но тем не менее может происходить небольшое временное высвобождение из элемента в форме водорода, захваченного в отрицательной активной массе и теперь высвобождаемого во время разряда;

2) Химическая опасность: существует вероятность контакта с сернокислотным электролитом, поскольку эти батареи требуют технического обслуживания и открыты для атмосферы. Работники, работающие рядом с этими батареями, должны использовать надлежащие СИЗ и стараться не допускать контакта с кислотой при работе с батареями. Эти системы должны быть обеспечены контролем разлива и нейтрализацией в соответствии с кодами;

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

4) Опасность накопленной энергии: во время технического обслуживания может возникнуть опасность из-за накопленной энергии, если батареи не могут быть изолированы для технического обслуживания или замены батарей.

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

a) пожарная опасность: существует вероятность поднятия 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 создавать проблемы при ненормальных условиях, это вероятность короткого замыкания в сильноточных цепях;

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

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

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

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

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

1) 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 вместе с соответствующими безопасными расстояниями между вентиляционным отверстием и ближайшим источником искры или тепла. При ненормальной работе, то есть в условиях перезаряда, количество выделяемого водорода может возрасти в 50 раз;

2) Химическая опасность: эти батареи относятся к типу электролитов с ограниченным количеством электролита, поэтому не должно быть проблем с воздействием агрессивных электролитов при нормальных условиях эксплуатации;

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

4) Опасности накопленной энергии: во время технического обслуживания возможны опасности, связанные с накопленной энергией, если батареи не могут быть изолированы для технического обслуживания или замены батарей.

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

a) пожарная опасность: существует вероятность выделения водорода при ненормальных условиях, когда батареи перегреваются. Это может представлять потенциальную опасность пожара из-за достижения 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;

b) химическая опасность: хотя эти батареи содержат едкий электролит, в них не так много свободного электролита, который может привести к разливу, подобному вентилируемым типам. Может быть незначительное вы-

деление следов электролита или потенциальная утечка при ненормальных условиях, если батареи трескаются или протекают;

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

d) 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 утилизации, если не принять 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 для положительного электрода, кадмий для отрицательного электрода 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. У них также есть 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 батарейной батарее 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 элементом, либо с моноблочной конструкцией с несколькими внутренними элементами, 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:

1) Пожарная опасность: существует вероятность повышения концентрации водорода в никель-кадмиевых батареях открытых типов, если место, в котором расположены батареи, не проветривается надлежащим образом. Однако об этом следует позаботиться, если установка соответствует кодам;

2) Химическая опасность: существует вероятность контакта с коррозионным/едким электролитом гидроксида калия, поскольку эти батареи требуют технического обслуживания 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 местными правилами;

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

4) Опасности накопленной энергии: во время технического обслуживания возможны риски, связанные с накопленной энергией, если батареи не могут быть изолированы для технического обслуживания или замены;

5) Физические опасности: не применимо.

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

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

b) химическая опасность: существует вероятность контакта с разъедающим/едким электролитом гидроксида калия во время ненормальных условий, в случае утечки электролита или сквозных отверстий, которые могут быть созданы, если защитная оболочка разлива отсутствует или недостаточна для удержания большого количества вытекшего электролита. В случае 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, в анамнезе могут присутствовать кадмий в парах горящих батарей;

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

d) опасности накопленной энергии: при хранении аккумуляторов 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 меры предосторожности;

e) 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, где могут отсутствовать ограждения.

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

При нормальных условиях эксплуатации никель-металлгидридных аккумуляторов следует учитывать следующие факторы опасности:

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

2) Химическая опасность: эти батареи относятся к типу электролитов с ограниченным количеством электролита, поэтому не должно быть проблем с воздействием агрессивного электролита при нормальных условиях эксплуатации;

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

4) Опасности накопленной энергии: во время технического обслуживания возможны риски, связанные с накопленной энергией, если батареи не могут быть изолированы для технического обслуживания или замены;

5) Физические опасности: не применимо.

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

a) пожарная опасность: существует вероятность выделения газа в виде водорода при ненормальных условиях, когда батареи перегреваются. Это может представлять потенциальную опасность пожара из-за 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;

b) химическая опасность: хотя эти батареи содержат едкий электролит, в них не содержится столько свободного электролита, что это может привести к разливу, подобному открытым типам. В случае появления трещин или утечки в батарейном отсеке может произойти некоторое образование электролита или вероятность утечки при ненормальных условиях. При горении никель-металлгидридных батарей могут выделяться токсичные пары, в том числе пары оксида кобальта, пары оксида никеля и т. д.;

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

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

e) 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, где могут отсутствовать ограждения.

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 очень 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-никель хлоридные. Натрий-серные батареи состоят из натриевого отрицательного электрода, бета-глиноземного электролита и положительного электрода из серы с рабочей температурой в диапазоне температур от 310 °C до 370 °C. Натрий-никель хлоридные 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 с диапазоном рабочих температур от 270 °C до 350 °C.

B.5.4.2 Натрий-серные (Na-S) батареи

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

1) Пожарная опасность: существует вероятность возникновения пожара, если в элементах имеются скрытые дефекты или проблемы с элементами управления, которые должны препятствовать тепловому разгону элементов. Системы должны быть оценены на их способность предотвращать распространение из-за этих дефектов;

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

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

4) Опасность накопленной энергии: не применимо;

5) Физические опасности: не должно быть никаких опасностей, связанных с этими батареями, если конструкции имеют достаточную изоляцию для предотвращения воздействия горячих поверхностей, потому что эти батареи работают при очень высоких температурах при нормальных условиях эксплуатации.

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

a) пожарная опасность: эти системы могут подвергаться тепловому разгону из-за дефектов в элементах и схеме защиты. Большие энергетические системы могут привести к пожару, если есть ненормальные условия, такие как короткое замыкание;

b) 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;

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

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

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

B.5.4.3 Натрий-никель хлоридные батареи

Рассмотрение опасности для натриевых никель-хлоридных батарей при нормальных условиях эксплуатации:

1) Пожарная опасность: существует вероятность возникновения пожара, если в элементах имеются скрытые дефекты или проблемы с элементами управления, которые должны препятствовать тепловому разгону элементов. Системы должны быть оценены на их способность предотвращать распространение из-за этих дефектов;

2) Химическая опасность: не применимо. Хотя натрий реагирует с водой, системы герметично закрыты;

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

4) Опасность накопленной энергии: не применимо;

5) 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 очень высоких температурах при нормальных условиях эксплуатации.

Рассмотрение опасностей для натриевых никель-хлоридных батарей в аварийных/аномальных условиях:

a) пожарная опасность: эти системы могут подвергаться тепловому разгону из-за дефектов в элементах и схеме защиты. Большие энергетические системы могут привести к пожару, если есть ненормальные условия, такие как короткое замыкание;

b) 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;

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

d) опасность накопленной энергии: существует потенциальная угроза накопленной энергии, если батареи подвергаются ненормальным условиям, в которых они могут содержать опасные уровни энергии;

e) физические опасности: в зависимости от конструкции системы существует вероятность физических опасностей 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, которая хранит свои активные материалы в форме двух электролитов, внешних по отношению к границе раздела реактора. При использовании электролиты перемещаются между реактором и резервуарами для накопления. 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 стадиях окисления в сернокислом электролите. Заряд и разряд батареи изменяет степень окисления ванадия в растворах электролитов.

B.5.5.2 Ванадиевые окислительно-восстановительные батареи

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

1) Пожарная опасность: может возникнуть опасность возникновения пожара в обычных электрических компонентах, таких как подсистема преобразования энергии, вентилятор или насос;

2) Химическая опасность: батареи содержат едкую жидкость, которая может представлять угрозу безопасности при нормальных условиях, если есть необходимость обращаться с электролитом/пополнять электролит как часть технического обслуживания;

3) Опасность поражения электрическим током: при регулярном техническом обслуживании этих батарей возникают опасности поражения электрическим током, если они имеют опасные уровни напряжения и энергии;

4) Опасность накопленной энергии: во время технического обслуживания может возникнуть опасность накопленной энергии, если батареи не могут быть изолированы для технического обслуживания или замены батарей;

5) Физические опасности: не применимо.

Рассмотрение опасностей для окислительно-восстановительных ванадиевых батарей в аварийных/аномальных условиях следующие:

a) 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 в ненормальных условиях;

b) химическая опасность: существует большое количество агрессивных веществ;

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

d) опасность накопленной энергии: не применимо;

e) физические опасности: в зависимости от конструкции системы существует вероятность возникновения физических опасностей 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, где могут отсутствовать ограждения.

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

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

1) Пожарная опасность: не применимо;

2) 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 это должно быть проблемой, только если необходимо добавить электролит в ходе технического обслуживания или установки;

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

4) Опасность накопленной энергии: не применимо;

5) Физические опасности: не применимо.

Рассмотрение опасностей для проточных батарей ZnBr в аварийных/аномальных условиях следующие:

a) опасность возгорания: могут возникнуть проблемы с балансом перегрева компонентов установки и возникновением опасности возникновения пожара в ненормальных условиях;

b) 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 осторожность при возможном разливе электролита;

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

d) опасности накопленной энергии: не применимо;

e) физические опасности: в зависимости от конструкции системы существует вероятность возникновения физических опасностей в ненормальных условиях, если доступные части перегреваются, если не происходит достаточного сброса давления, когда система перегревается и образуется газ, или если существует опасность перемещения детали, такие как вентиляторы или открытые детали насоса, где могут отсутствовать защитные кожухи.

B.5.6 Литий-металлические, твердотельные батареи

B.5.6.1 Общее описание

Литий-металлические батареи, в которых используются жидкие электролиты, были разработаны для коммерческого использования, но имели проблемы с безопасностью и рабочими характеристиками при эксплуатации. Эти батареи не разрабатываются в настоящее время для накопления энергии стационарных батарей. Коммерчески доступные литий-металлические батареи, используемые для СНЭБ, не используют жидкие электролиты. В современных технологиях металлического лития используются 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:

1) Пожарная опасность: существует вероятность возникновения пожара, если в элементах имеются дефекты или проблемы с элементами управления, которые должны препятствовать тепловому разгону элементов. Системы должны быть оценены на их способность предотвращать распространение из-за этих дефектов;

2) Химическая опасность: нет известных значительных прямых опасностей;

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

4) Опасности накопленной энергии: во время технического обслуживания возможны риски, связанные с накопленной энергией, если батареи не могут быть изолированы для технического обслуживания или замены;

5) Физические опасности: не применимо.

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

a) опасность возгорания: возможен термический разгон, если батареи не поддерживаются при соответствующих рабочих параметрах в результате ненормальных условий и если их не оценивают на способность предотвращать распространение из-за скрытых дефектов. Кроме того, возможны пожары из-за короткого замыкания в ненормальных условиях;

---

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

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

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

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

e) 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, где могут отсутствовать ограждения.

B.6 Другие технологии

Другие технологии будут добавляться в дальнейшем по мере промышленного освоения.

Приложение С
(справочное)

Масштабные огневые испытания на СНЭБ

Масштабное испытание на огнестойкость СНЭБ предназначено для оценки огневых характеристик СНЭБ, которая подвергается термическому разгону. Полученные данные могут быть использованы для определения защиты от пожара и взрыва, необходимой для установки СНЭБ. Пример такого типа метода испытаний приведен в *[9]*.

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

a) уровень элемента — отдельный элемент выводится из строя таким образом, что приводит к тепловому разбегу и возгоранию с помощью подходящего метода, такого как внешний нагрев. Регистрируются такие данные, как содержание выделяемых газов, температуры при стравливании и температуры при тепловом разгоне;

b) уровень модуля — один или несколько элементов в модуле СНЭБ выводят из строя способом, определенным во время испытаний уровня элементов. Собираются такие данные, как распространение пламени в модуле, температура в выведенном из строя элементе и окружающих элементах, содержание выделяемых газов и данные о выделении тепла;

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

d) уровень установки — это 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). Это испытание предназначено для проверки системы пожаротушения для установки СНЭБ. Регистрируются данные, такие как температура внутри СНЭБ, на окружающих стенах и целевых СНЭБ; падающий тепловой поток на стены и целевым СНЭБ; распространение огня от СНЭБ к целевым объектам, стенам или подвесным кабелям и любые наблюдаемые взрывные инциденты или повторное воспламенение в СНЭБ; содержимое выделяющихся газов (при необходимости) и выделения тепла.

Данные и другая информация, собранные в результате указанных выше этапов испытаний, могут использоваться для определения пригодности мер защиты, используемых в установке СНЭБ. К ним относятся следующие:

1) контроль размера, расстояния разделения и максимального числа СНЭБ 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 СНЭБ на основе температур и наблюдаемого распространения огня;

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

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

6) противопожарная дверь СНЭБ 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, которые можно найти в *[10]*.

D.2 Установки наружного размещения, подверженные воздействию влаги

СНЭБ, предназначенная для установки на открытом воздухе, где на нее будет воздействовать определенный уровень влажности, должна быть испытана в соответствии с ее характеристиками устойчивости к ВВФ, указанными в ее паспортных данных и инструкциях по установке.

Испытания на влагостойкость следует проводить в соответствии со стандартом на степень защиты, обеспечиваемой корпусами (код IP) *ГОСТ 14254* (или другим соответствующим стандартом, если таковой имеется) 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, если таковой имеется) и проверен на наличие признаков воды в системе, которые могут привести к опасному состоянию.

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

СНЭБ, предназначенная для установки на открытом воздухе вблизи морской среды в соответствии с инструкциями по установке, где она будет подвергаться воздействию соляного тумана, должна быть испытана, как указано ниже.

СНЭБ должна быть испытана в соответствии с *ГОСТ 30630.2.5* для уровня 1 или 2.

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

СНЭБ 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 СНЭБ должна работать, чтобы определить, что она может делать это безопасно.

В результате испытания СНЭБ 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 СНЭБ

Е.1 Общие положения

Настоящее приложение предоставляет заинтересованным сторонам по эксплуатации и техническому обслуживанию соответствующую информацию для поддержания безопасности СНЭБ в течение всего срока ее службы. Чтобы сохранить СНЭБ в безопасном состоянии, заинтересованные стороны, отвечающие за эксплуатацию и обслуживание, 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 СНЭБ химическое состояние подсистем электрохимического накопления постоянно изменяется из-за заряда, разряда и ухудшения из-за старения. Рабочие и обслуживающие работники СНЭБ также могут время от времени меняться.

Поэтому важно предотвращать инциденты с помощью упреждающего подхода. Ожидается, что будет иметь место сочетание постоянного мониторинга данных о состоянии СНЭБ 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 соседних жителей.

Е.3 Процесс эксплуатации и обслуживания

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

Е.4 Плановое обслуживание

Плановое обслуживание следует проводить в соответствии с 7.13.1.3. Дополнительные рекомендуемые методы планового обслуживания 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.

Все замены расходных материалов и выполненные инженерные работы должны быть записаны как информация о техническом обслуживании.

Во время технического обслуживания на месте должны выполняться 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 подсистем электрохимического накопления (например, удаление наслоений, таких как пролитая жидкость электролита, грязь вокруг клемм, продукты миграции и коррозии);
- проверка надежности кабеля в соответствии с любыми применимыми стандартами;
- проверка работоспособности подсистемы НВКВ в соответствии с любыми применимыми стандартами;
- проверка работоспособности систем мониторинга в целом;
- проверка работоспособности подсистемы обнаружения, пожаротушения и пожарной сигнализации в соответствии с любыми применимыми стандартами.

Е.5 Измерение и мониторинг надежности системы

Измерение и мониторинг надежности системы должны вестись 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 СНЭБ, должны быть предусмотрены не только обычное обучение по технике безопасности, но и тренировки по подготовке к чрезвычайным ситуациям. Например, в случае неисправности подсистем автоматическое средство пожаротушения может

не работать на пожаре, поэтому необходимо обучить процессу ручного пожаротушения. Это серьезное аварийное обучение должно проводиться руководителем объекта или руководителем по эксплуатации.

Е.7 Частичное изменение системы

Частичное изменение подсистемы или устройства должно быть отмечено в соответствии с 7.13.2. В проверочных испытаниях 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 проверочным испытанием, поэтому руководителю объекта или руководителю по эксплуатации следует обращать внимание на условия 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 СНЭБ. При замене подсистемы целиком следует пересмотреть проект безопасности. В некоторых случаях и замену внутренних устройств подсистем необходимо выполнять с пересмотром проекта безопасности, несмотря на его трудности, поскольку это может быть причиной инцидентов СНЭБ. Поэтому руководителю объекта или руководителю по эксплуатации следует заранее обратить внимание на влияние на общую безопасность СНЭБ. Они должны обратиться к системному интегратору или изготовителю с просьбой провести анализ рисков безопасности СНЭБ (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 СНЭБ

Знаки безопасности должны предоставляться в соответствии с результатом процесса оценки риска (см. раздел 6) и местными правилами. Рекомендуется включить, но не ограничиваясь, следующее:

- запасный выход;
- название производителя;
- номер(а) телефона 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 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

СНЭБ, которые помещаются (по размеру) в камеру для температурных испытаний, следует подвергать этому типу испытаний непосредственно в камере. СНЭБ должна быть проверена в рамках типовых испытаний, чтобы убедиться, что заряд и разряд прекращаются, когда температура подсистем электрохимического накопления превышает температурный предел, указанный изготовителем. СНЭБ должна быть помещена в камеру, которая нагревается до максимальной температуры окружающей среды для заряда, указанной для СНЭБ, плюс дополнительные 10 °С. СНЭБ должна находиться в камере достаточно времени для стабилизации температуры перед началом заряда. Чтобы определить, что заряд невозможен, когда СНЭБ нагревается выше указанной температуры окружающей среды для заряда, должна быть проведена попытка зарядить СНЭБ, когда она находится в нагретом состоянии. Аналогичный метод используется для разряда, сначала нагревая СНЭБ до максимальной температуры условия разряда плюс 10 °С, пока она не стабилизируется при этой температуре. Затем делается попытка разрядить СНЭБ, чтобы удостовериться, что разряд при температуре выше максимальной установленной температуры невозможен.

Приложение ДА
(справочное)

Испытания на статическое усилие и удар

(В настоящем приложении приведены испытания на статическое усилие (ДА.1) в соответствии с подпунктом 5.2.2.4.2.3 *[11]* и удар (ДА.2) в соответствии с подпунктом 5.2.2.4.3 *[11]*, необходимые для подтверждения соответствия по 8.2.2 настоящего стандарта.)

ДА.1 Испытание на установившееся усилие, 250 Н (испытание типа)

На внешние корпуса воздействуют постоянной силой (250 ± 10) Н в течение не менее 5 с, поочередно прикладывая ее к верхней, нижней и боковым сторонам корпуса, установленного на оборудовании, с помощью подходящего испытательного инструмента, обеспечивающего контакт по круглой плоской поверхности диаметром 30 мм. Это испытание не применяется к нижней части корпуса оборудования, имеющего массу более 18 кг, или к поверхностям, которые крепятся к стене. Для негоризонтальных и невертикальных поверхностей испытание следует проводить путем наклона оборудования подходящим образом, чтобы поверхность была горизонтальной или вертикальной.

ДА.2 Испытание на удар (испытание типа)

Внешние полимерные поверхности корпусов, выход из строя которых мог бы обеспечить доступ к опасным частям, испытываются следующим образом.

Образец, состоящий из полной оболочки или ее части, представляющей наибольшую неармированную поверхность, поддерживается в своем нормальном положении. Сплошной гладкий стальной шарик диаметром около 50 мм и массой (500 ± 25) г отпускают из состояния покоя с вертикального расстояния (H) 1,3 м [см. рисунок ДА.1a)] на образец. Вертикальные поверхности освобождены от этого испытания.

Далее стальной шарик, подвешенный на шнуре, как показано на рисунке ДА.1b), таким образом, чтобы в точке касания нанести горизонтальный удар, отпускают с вертикального расстояния H = 1,3 м на образец. Горизонтальные поверхности освобождены от этого испытания.

Если анализ не показывает никакого влияния, в качестве альтернативы образец поворачивают на 90 ° вокруг каждой из его горизонтальных осей, и шар сбрасывают, как при испытании на вертикальный удар.

Испытание не распространяется на плоские дисплеи или стекло экспонирования оборудования.

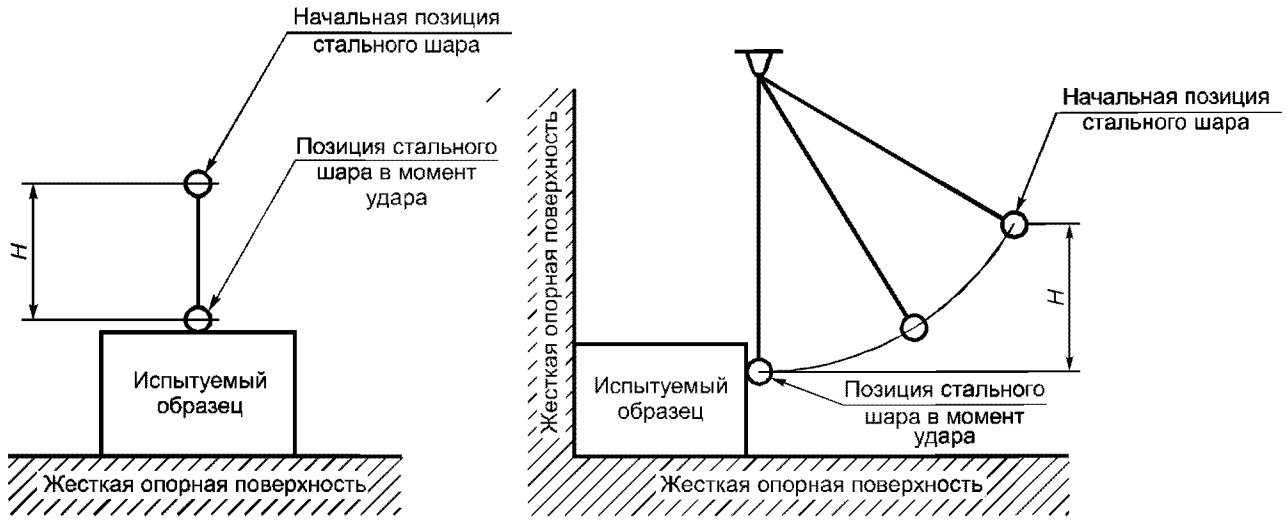


Рисунок ДА.1 — Испытание на удар с использованием стального шара

Приложение ДБ
(справочное)

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

Таблица ДБ.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего международного стандарта
ГОСТ 14254—2015 (IEC 60529:2013)	MOD	IEC 60529:2013 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)»
ГОСТ 30630.2.5—2013	NEQ	IEC 60068-2-52:1996 «Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-52. Испытания. Испытание Kb: Соляной туман, циклическое испытание (раствор хлорида натрия)»
ГОСТ 31610.13—2019 (IEC 60079-13:2017)	MOD	IEC 60079-13:2017 «Взрывоопасные среды. Часть 13. Защита оборудования помещениями под избыточным давлением «p» и вентилируемых помещений 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 «Взрывоопасные среды. Часть 29-2. Газоанализаторы. Требования к выбору, монтажу, применению и техническому обслуживанию газоанализаторов горючих газов и кислорода»
ГОСТ IEC 60079-29-3—2013	IDT	IEC 60079-29-3 «Взрывоопасные среды. Часть 29-3. Газоанализаторы. Руководство по функциональной безопасности стационарных газоаналитических систем»
ГОСТ IEC 62368-1—2014	IDT	IEC 62368-1:2010 «Аудио-, видеоаппаратура, оборудование информационных технологий и техники связи. 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 достижения функциональной безопасности электрических и электронных систем, включая оборудование, в отношении электромагнитных помех»
ГОСТ Р 27.302—2009	NEQ	IEC 61025:2006 «Анализ дерева неисправностей (FTA)»
ГОСТ Р 50571.4.44—2019 (МЭК 60364-4-44:2007)	MOD	IEC 60364-4-44:2007 «Электроустановки низковольтные. Часть 4-44. Требования по обеспечению безопасности. Защита от отклонений напряжения и электромагнитных помех»
ГОСТ Р 50571.16—2019 (МЭК 60364-6:2016)	IDT	IEC 60364-6:2016 «Электроустановки низковольтные. Часть 6. Испытания»
ГОСТ Р 51901.11—2005 (МЭК 61882:2001)	MOD	IEC 61882:2001 «Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство»
ГОСТ Р 51901.12—2007 (МЭК 60812:2006)	MOD	IEC 60812:2006 «Менеджмент риска метод анализа видов и последствий отказов»
ГОСТ Р 57149—2016/ISO/IEC Guide 51:2014	IDT	ISO/IEC Guide 51:2014 «Аспекты безопасности. Руководящие указания по включению их в стандарты»
ГОСТ Р 58092.1—2018	NEQ	IEC 62933-1:2018 «Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Часть 1. Словарь»

Окончание таблицы ДБ.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего международного стандарта
ГОСТ Р 58092.5.1—2018 (IEC/TS 62933-5-1:2017)	MOD	IEC/TS 62933-5-1:2017 «Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Безопасность систем, работающих в составе сети. Общие требования»
ГОСТ Р МЭК 60079-7—2012	IDT	IEC 60079-7:2006 «Взрывоопасные среды. Часть 7. Оборудование. Повышенная защита вида «е»
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 61000-6-7—2019	IDT	IEC 61000-6-7:2014 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-7. Общие стандарты. Требования к помехоустойчивости для оборудования, предназначенного для выполнения функций в системах, связанных с безопасностью (функциональная безопасность), на промышленных площадках»
ГОСТ Р МЭК 62305-2—2010	IDT	IEC 62305-2:2010 «Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 2. Оценка риска»
ГОСТ Р МЭК 62485-2—2011	IDT	IEC 62485-2:2010 «Батареи аккумуляторные и установки батарейные. Требования безопасности. Часть 2. Стационарные батареи»
ГОСТ Р МЭК 62619—2020	IDT	IEC 62619:2017 «Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Требования безопасности для литиевых аккумуляторов и батарей для промышленных применений»

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

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

Библиография

[1]	IEC 62932-1:2020	Flow battery energy systems for stationary applications — Part 1: Terminology and general aspects (Энергосистемы на основе проточных батарей стационарные. Часть 1. Терминология и общие аспекты)
[2]	IEC 60050-482:2004	International Electrotechnical Vocabulary — Part 482: Primary and secondary cells and batteries (Международный электротехнический словарь. Часть 482. Первичные и вторичные элементы и батареи)
[3]	ISO 9241 (все части)	Ergonomies of human-system interaction (Эргономика взаимодействия человек—система)
[4]	Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Глава 1.7 Заземление и защитные меры электробезопасности	
[5]	IEC 60617 (все части)	Graphical Symbols for Diagrams (Графические символы для схем)
[6]	Р 1.2.3156-13	Оценка токсичности и опасности химических веществ и их смесей для здоровья человека
[7]	NFPA 704-2017	Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response (Стандартная система для идентификации опасностей материалов для реагирования на чрезвычайные ситуации)
[8]	NFPA 400-2019	Hazardous materials code (Код опасных материалов)
[9]	UL 9540A	Testing the fire safety hazards associated with propagating thermal runaway within battery systems (Метод испытаний для оценки распространения пламени в СНЭБ при тепловом разгоне)
[10]	ANSI/CAN/UL-9540	Energy Storage System and Equipment (Система накопления энергии и оборудование)
[11]	IEC 62477-1:2012	Safety requirements for power electronic converter systems and equipment — Part 1: General (Требования безопасности к силовым электронным преобразовательным системам и оборудованию. Часть 1. Общие положения)

УДК 621.355.9:006.354 ОКС 29.220 ОКПД2 27.20.23

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

БЗ 6-7—2020/21

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

Сдано в набор 03.06.2020. Подписано в печать 29.06.2020. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 6,70.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

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