ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р 58092.5.1— 2025/ МЭК 62933-5-1: 2024**

# СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ (СНЭЭ)

## Безопасность систем, работающих в составе сети. Общие требования

**(IEC 62933-5-1:2024 Electrical energy storage (EES) systems — Part 5-1: Safety considerations for grid-integrated EES systems — General specification, IDT)**

**Издание официальное**

**Москва**
**Российский институт стандартизации**
**2026**

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

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

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 044 «Химические источники тока и электрохимические системы накопления электрической энергии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 декабря 2025 г. № 1813-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 62933-5-1:2024 «Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Часть 5-1. Безопасность систем, работающих в составе сети. Общие требования» (IEC 62933-5-1:2024 «Electrical energy storage (EES) systems — Part 5-1: Safety considerations for grid-integrated EES systems — General specification», IDT).

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

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

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

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р 58092.5.1—2018 (IEC/TS 62933-5-1:2017)

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

© IEC, 2024
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2026

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 . . . . . 4
4 Базовый подход к мерам безопасности СНЭЭ . . . . . 7
5 Рассмотрение опасностей для СНЭЭ . . . . . 7
5.1 Опасность поражения электрическим током . . . . . 7
5.2 Механические опасности . . . . . 8
5.3 Энергетическая опасность . . . . . 8
5.4 Пожароопасность . . . . . 8
5.5 Термические опасности . . . . . 8
5.6 Химическая опасность . . . . . 8
5.7 Несоответствующие условия труда . . . . . 8
6 Оценка рисков СНЭЭ . . . . . 9
6.1 Структура СНЭЭ . . . . . 9
6.2 Описание условий накопления электроэнергии . . . . . 10
6.3 Анализ риска . . . . . 11
7 Требования, необходимые для снижения рисков . . . . . 13
7.1 Общие меры по снижению рисков . . . . . 13
7.2 Превентивные меры против нанесения ущерба жителям прилегающих территорий . . . . . 15
7.3 Проверка конструкций, связанных с безопасностью . . . . . 15
7.4 Профилактические меры против причинения вреда работникам и другим лицам, подвергающимся риску . . . . . 16
7.5 Отключение и останов СНЭЭ . . . . . 24
7.6 Кибербезопасность . . . . . 26
7.7 Удаленный мониторинг и работа в автоматическом режиме . . . . . 27
8 Испытания системы . . . . . 27
8.1 Общие положения . . . . . 27
8.2 Валидация и испытания СНЭЭ. Опасность поражения электрическим током . . . . . 29
8.3 Валидация и испытания СНЭЭ. Механические опасности . . . . . 33
8.4 Валидация и испытание СНЭЭ. Опасность жидкостей (высокая или низкая температура, высокое давление, легковоспламеняющиеся, коррозионные, едкие или токсичные) . . . . . 34
8.5 Валидация и испытания СНЭЭ. Опасность взрыва и концентрации горючих веществ . . . . . 37
8.6 Валидация и испытание СНЭЭ. Опасности, возникающие из-за электрических, магнитных и электромагнитных полей . . . . . 37
8.7 Валидация и испытания СНЭЭ. Опасность распространения возгорания . . . . . 37
8.8 Валидация и испытания СНЭЭ. Температурные опасности . . . . . 38
8.9 Валидация и испытание СНЭЭ. Химическое воздействие . . . . . 38
8.10 Валидация и испытание СНЭЭ. Опасности, возникающие в окружающей среде . . . . . 38
8.11 Валидация и испытание СНЭЭ. Опасности, возникающие из-за неисправностей вспомогательных, управляющих и коммуникационных подсистем . . . . . 39
9 Инструкции и рекомендации по эксплуатации . . . . . 44
9.1 Общие положения . . . . . 44
9.2 Инструкция по установке . . . . . 44
9.3 Руководство по техническому обслуживанию . . . . . 45

9.4 Инструкция по эксплуатации . . . . . 45
9.5 Инструкция по действиям в чрезвычайных ситуациях . . . . . 46
9.6 Инструкция по оказанию первой помощи . . . . . 46
10 Разметка и указатели . . . . . 46
10.1 Общие положения . . . . . 46
10.2 Паспортная табличка . . . . . 47
10.3 Предупредительная маркировка и указатели . . . . . 47
Приложение А (справочное) Основные риски различных технологий накопления . . . . . 48
Приложение В (справочное) Предложения по безопасности . . . . . 53
Приложение С (обязательное) Методы испытаний механической СНЭЭ с использованием маховичной подсистемы аккумулирования . . . . . 57
Приложение D (справочное) Стандарты безопасности компонентов . . . . . 58
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов, документов национальным и межгосударственным стандартам . . . . . 61
Библиография . . . . . 66

## Введение

Во многих странах правительства разрабатывают планы по производству и распределению электроэнергии, которые не могут быть реализованы без долгосрочного аккумулирования энергии с масштабным применением систем накопления электрической энергии (СНЭЭ).

Существует несколько типов технологий аккумулирования энергии. Примерами таких технологий являются гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС), электрохимические батареи, системы накопления энергии с маховиком, а также с применением водорода и синтетического природного газа (СПГ). ГАЭС получили широкое распространение с точки зрения общего объема хранимой энергии. Маховик — это модель накопителя кинетической энергии с высокой удельной мощностью, хорошей стабильностью цикла и длительным сроком службы. Одни маховики предназначены для краткосрочных задач, другие — могут работать в течение более длительных периодов времени до нескольких часов. Аккумуляторы требуют проведения работ в первую очередь по снижению стоимости, а для отдельных технологий — еще и по увеличению плотности энергии. Водород и СПГ, добавленные к природному газу, вероятно, в будущем станут важными элементами электрических сетей из-за возможности большой продолжительности аккумулирования энергии и емкости. В связи с этим водород и СПГ должны быть дополнительно исследованы и разработаны по широкому спектру, включая физические объекты, взаимодействие с существующими видами использования газа для снабжения и распределительной сети, оптимальные химические процессы, безопасность, надежность и эффективность. Белая книга МЭК по накоплению электрической энергии может предоставить дополнительную справочную информацию о СНЭЭ.

Для разработанных ранее СНЭЭ существуют различные стандарты МЭК, охватывающие технические особенности, испытание и системную интеграцию. Для СНЭЭ других, разработанных в последнее время, технологий введены всего несколько стандартов, в которых рассмотрены их особенности.

До настоящего времени не разработано общего стандарта, касающегося безопасности интеграции СНЭЭ в электрическую сеть.

Стремительное развитие и появление в ближайшем будущем новых технологий в области накопления электрической энергии, а также их внедрение обуславливают предъявление особых требований к безопасности. В то же время обществу и государственным органам необходимы гарантии безопасности, прежде чем можно будет развернуть масштабное использование столь необходимых систем.

Настоящий стандарт является важным шагом на пути к постепенному согласованию требований эксплуатации с конкретными технологиями, видами применения и функциями в отношении безопасности предварительно собранных или собранных на месте интегрированных в сеть СНЭЭ.

Дополнительные критерии, специфичные для СНЭЭ электрохимического типа, приведены в МЭК 62933-5-2.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ (СНЭЭ)

## Безопасность систем, работающих в составе сети. Общие требования

Electrical energy storage (EES) systems. Safety considerations for grid-integrated EES systems. General specification

**Дата введения — 2026—06—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на системы накопления электрической энергии (СНЭЭ), интегрированные с электрической сетью, и устанавливает требования безопасности (например, идентификация опасностей, оценка и снижение рисков) и критерии, обеспечивающие безопасное применение и использование СНЭЭ любого типа и энергоемкости.

Настоящий стандарт может быть применен ко всем технологиям СНЭЭ, но для требований, специфичных для электрохимических СНЭЭ, также делается ссылка на МЭК 62933-5-2.

## 2 Нормативные ссылки

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

IEC 60068-2-52, Environmental testing — Part 2-52: Tests — Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution) [Экологические испытания. Часть 2-52. Испытания. Испытание Kb: Соляной туман, циклический (раствор хлорида натрия)]

IEC 60079-2:2014, Explosive atmospheres — Part 2: Equipment protection by pressurized enclosure «p» (Взрывоопасные среды. Часть 2. Вид взрывозащиты оборудования «оболочка под избыточным давлением «p»)

IEC 60204-1, Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements (Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Часть 1. Общие требования)

IEC 60204-11, Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 11: Requirements for equipment for voltages above 1000 V AC or 1500 V DC and not exceeding 36 kV (Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Часть 11. Требования к оборудованию на напряжение свыше 1000 В переменного тока или 1500 В постоянного тока, но не выше 36 кВ)

IEC 60364 (all parts), Low-voltage electrical installations (Низковольтные электрические установки)

IEC 60364-4-41:2005, Low-voltage electrical installations — Part 4-41: Protection for safety — Protection against electric shock (Электрические установки зданий. Часть 4-41. Защита для обеспечения безопасности. Защита от электрического удара)

IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017

IEC 60364-4-43, Low-voltage electrical installations — Part 4-43: Protection for safety — Protection against overcurrent (Электроустановки низковольтные. Часть 4-43. Защита для обеспечения безопасности. Защита от сверхтока)

**Издание официальное**

IEC 60364-4-44, Low-voltage electrical installations — Part 4-44: Protection for safety — Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances (Низковольтные электрические установки. Часть 4-44. Защита в целях безопасности. Защита от помех напряжения и электромагнитных помех)

IEC 60364-6:2016, Low voltage electrical installations — Part 6: Verification (Электроустановки низкого напряжения. Часть 6. Проверка)

IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) [Степени защиты, обеспечиваемые кожухами (Код IP)]

IEC 60664-1:2020, Insulation coordination for equipment within low-voltage supply systems — Part 1: Principles, requirements and tests (Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 1. Принципы, требования и испытания)

IEC 60695-11-10, Fire hazard testing — Part 11-10: Test flames — 50 W horizontal and vertical flame test methods (Испытания на пожароопасность. Часть 11-10. Испытательное пламя. Методы испытания горизонтальным и вертикальным пламенем мощностью 50 Вт)

IEC 60730-1:2020*, Automatic electrical controls — Part 1: General requirements (Автоматические электрические управляющие устройства. Часть 1. Общие требования)

IEC 60730-2-9, Automatic electrical controls — Part 2-9: Particular requirements for temperature sensing controls (Автоматические электрические управляющие устройства. Часть 2-9. Частные требования к термочувствительным управляющим устройствам)

IEC 60947-5-1, Low-voltage switchgear and controlgear — Part 5-1: Control circuit devices and switching elements — Electromechanical control circuit devices (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-1. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления)

IEC 61000-1-2, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 1-2: General — Methodology for the achievement of functional safety of electrical and electronic systems including equipment with regard to electromagnetic phenomena [Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 1-2. Общие положения. Методология обеспечения функциональной безопасности электрических и электронных систем, включая оборудование в отношении электромагнитных явлений]

IEC 61000-6-1, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-1: Generic standards — Immunity standard for residential, commercial and light-industrial environments [Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-1. Общие стандарты. Стандарт помехоустойчивости для жилых, коммерческих и легких промышленных обстановок]

IEC 61000-6-2, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-2: Generic standards — Immunity standard for industrial environments [Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-2. Общие стандарты. Стандарт помехоустойчивости для промышленных обстановок]

IEC 61000-6-3, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-3: Generic standards — Emission standard for equipment in residential environments [Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-3. Общие стандарты. Стандарт электромагнитной эмиссии для оборудования, используемого в жилых обстановках]

IEC 61000-6-4, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-4: Generic standards — Emission standard for industrial environments [Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-4. Общие стандарты. Стандарт электромагнитной эмиссии для промышленных обстановок]

IEC 61000-6-5, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-5: Generic standards — Immunity for equipment used in power station and substation environment [Электромагнитная совместимость (ЭМС) Часть 6-5. Общие стандарты. Помехоустойчивость оборудования, используемого в обстановке электростанции и подстанции]

IEC 61000-6-7, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-7: Generic standards — Immunity requirements for equipment intended to perform functions in a safety-related system (functional safety) in industrial locations [Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-7. Общие стандарты. Требования к помехоустойчивости оборудования, предназначенного для выполнения функций в системе, связанной с безопасностью (функциональная безопасность) в промышленных помещениях]

IEC TR 61340-1, Electrostatics — Part 1: Electrostatic phenomena — Principles and measurements (Электростатика. Часть 1. Электростатические явления. Принципы и измерения)

---

* Заменен на IEC 60730-1:2022. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, приведенного в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

IEC 61439-1, Low voltage switchgear and control gear assemblies — Part 1: General rules (Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Общие требования)

IEC 61508 (all parts), Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems (Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью)

IEC 61511 (all parts), Functional safety — Safety instrumented systems for the process industry sector (Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов)

IEC 61936-1, Power installations exceeding 1 kV AC and 1,5 kV DC — Part 1: AC (Энергетические установки свыше 1 кВ а.с. Часть 1. Общие правила)

IEC TS 61936-2, Power installations exceeding 1 kV AC and 1,5 kV DC — Part 2: DC (Энергоустановки на напряжение свыше 1 кВ переменного тока и 1,5 кВ постоянного тока. Часть 2. Постоянный ток)

IEC 62061, Safety of machinery — Functional safety of safety-related control systems (Безопасность оборудования. Функциональная безопасность систем управления, связанных с безопасностью)

IEC 62109-1, Safety of power converters for use in photovoltaic power systems — Part 1: General requirements (Безопасность силовых преобразователей для фотоэлектрических систем. Часть 1. Общие требования)

IEC 62109-2, Safety of power converters for use in photovoltaic power systems — Part 2: Particular requirements for inverters (Безопасность преобразователей энергии для использования в фотоэлектрических силовых системах. Часть 2. Частные требования к инверторам)

IEC 62116:2014, Utility-interconnected photovoltaic inverters — Test procedure of islanding prevention measures (Инверторы фотоэлектрические, взаимосвязанные утилитой. Методика испытаний средств предотвращения обособления)

IEC 62305-2, Protection against lightning — Part 2: Risk management (Защита от молнии. Часть 2. Управление рисками)

IEC 62443-3-3, Industrial communication networks — Network and system security — Part 3-3: System security requirements and security levels (Сети промышленной коммуникации. Безопасность сетей и систем. Часть 3-3. Требования к системной безопасности и уровни безопасности)

IEC 62477-1:2022, Safety requirements for power electronic converter systems and equipment — Part 1: General (Требования безопасности для силовых электронных преобразовательных систем и оборудования. Часть 1. Общие положения)

IEC 62477-2, Safety requirements for power electronic converter systems and equipment — Part 2: Power electronic converters from 1000 V AC or 1500 V DC up to 36 kV AC or 54 kV DC (Требования безопасности к силовым электронным преобразовательным системам и оборудованию. Часть 2. Силовые электронные преобразователи на напряжение от 1000 В переменного тока или 1500 В постоянного тока до 36 кВ переменного тока или 54 кВ постоянного тока)

IEC 62689-2, Current and voltage sensors or detectors, to be used for fault passage indication purposes — Part 2: System aspects (Датчики или индикаторы тока и напряжения, используемые для индикации повреждений. Часть 2. Поведение электрической системы)

IEC 62909-1, Bi-directional grid-connected power converters — Part 1: General requirements (Преобразователи силовые двунаправленные, подсоединенные к электросети. Часть 1. Общие требования)

IEC 62909-2, Bi-directional grid-connected power converters — Part 2: Interface of GCPC and distributed energy resources (Преобразователи силовые двунаправленные, подсоединенные к электросети. Часть 2. Интерфейс GCPC и распределенные источники энергии)

IEC 62933-1, Electrical energy storage (EES) systems — Part 1: Vocabulary [Системы накопления электрической энергии (EES). Часть 1. Словарь]

IEC 62933-5-2, Electrical energy storage (EES) systems — Part 5-2: Safety requirements for grid-integrated EES systems — Electrochemical-based systems [Системы накопления электрической энергии (EES). Часть 5-2. Безопасность систем, работающих в составе сети. Электрохимические системы]

ISO 1182, Reaction to fire tests for products — Non-combustibility test (Реакция на огнестойкость строительной продукции. Метод испытания на негорючесть)

ISO 7010, Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Registered safety signs (Символы графические. Цвета и знаки безопасности. Зарегистрированные знаки безопасности)

ISO 12100:2010, Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction (Безопасность машин. Общие принципы конструирования. Оценка рисков и снижение рисков)

ISO 13849 (all parts), Safety of machinery — Safety-related parts of control systems (Безопасность машин. Элементы систем управления, связанные с безопасностью.)

ISO 15649, Petroleum and natural gas industries — Piping (Поддоны для перевозки и погрузки-разгрузки. Качество крепежных средств для сборки новых и ремонта используемых плоских деревянных поддонов)

ASME B31.1, ASME B31 Code for Pressure Piping, Section 1: Power Piping

ASME B31.3, ASME B31 Code for Pressure Piping, Section 3: Process piping

IEEE Std 1547.1-2020, Standard Conformance Test Procedures for Equipment Interconnecting Distributed Energy Resources with Electric Power Systems and Associated Interfaces (Стандартные процедуры испытаний на соответствие для оборудования, соединяющего распределенные энергетические ресурсы с электроэнергетическими системами и связанными с ними интерфейсами)

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по МЭК 62933-1, а также следующие термины с соответствующими определениями.

ИСО и МЭК поддерживают терминологические базы данных, используемые в стандартизации по следующим адресам:

- Электропедия МЭК, доступная по адресу: gost.e-ecolog.ru ;
- платформа онлайн-просмотра ИСО, доступная по адресу: gost.e-ecolog.ru .

3.1 **доступ к СНЭЭ** (access to EESS)

3.1.1 **зона ограниченного доступа** (restricted access area): Область, доступ в которую имеют только квалифицированные специалисты с соответствующими полномочиями.

[МЭК 60050-195:2021, 195-04-04, изменено — удалены слова «электрически» и «и лица, проинструктированные по электрооборудованию»]

3.1.2 **зона неограниченного доступа** (unrestricted access area): Зона, которая не является зоной ограниченного доступа.

3.2 **статус операции** (operation status)

3.2.1 **ввод в эксплуатацию** (commissioning): Действия, предпринятые для подготовки системы или продукта для демонстрации того, что они соответствуют установленным требованиям.

[МЭК 60050-821:2017, 821-12-09]

3.2.2 **вывод из эксплуатации** (decommissioning): Административные и технические меры, принятые для того, чтобы разрешить удаление некоторых или всех нормативных мер контроля СНЭЭ на объекте.

Примечание 1 — Эти действия могут включать в себя процессы разрядки и демонтажа.

[МЭК 60050-395: 2014, 395-08-28, изменено — понятие «регулирующий контроль» заменено на аббревиатуру «СНЭЭ», а слово «обеззараживание» на слово «разрядка»]

3.3 **СНЭЭ**

3.3.1 **гибридная СНЭЭ** (hybrid EESS): СНЭЭ, объединяющая несколько технологий аккумулирования энергии в одной системе.

***Пример — Гибридная СНЭЭ, объединяющая батареи и электрические двойнослойные конденсаторы в одной СНЭЭ.***

3.3.2 **многокомпонентная СНЭЭ** (multi-part EESS): Система накопления электрической энергии, состоящая из сборок или оборудования, соединенных между собой в полевых условиях и образующих целостную систему.

3.4 **электроустановка** (electrical installation): Смонтированное электрооборудование, используемое для производства, передачи, преобразования, распределения и/или использования электрической энергии.

Примечание 1 — Электрическая установка включает в себя источники энергии, такие как батареи, конденсаторы и все другие источники аккумулированной электрической энергии.

[МЭК 60050-651:2014, 651-26-01]

3.5 **под напряжением** (energized, live): При электрическом потенциале, отличном от потенциала земли на рабочем месте и представляющем опасность поражения электрическим током.

Примечание 1 — Деталь находится под напряжением, когда электрически подключена к источнику электрической энергии. Она также может находиться под напряжением, когда электрически заряжена и/или находится под воздействием электрического или магнитного поля.

[МЭК 60050-651:2014, 651-21-08]

3.5.1 **опасная токоведущая часть** (hazardous live part): Токопроводящая часть, которая при определенных условиях может вызвать вредный удар электрическим током.

Примечание 1 — Опасное напряжение может присутствовать на доступной поверхности твердой изоляции. В таком случае эту поверхность считают опасной токоведущей частью.

[МЭК 60050-195:2021, 195-06-05]

3.6 **вред** (harm): Физическая травма или ущерб лицам, имуществу и животным.

[МЭК 60050-903:2013, 903-01-01]

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

Примечание 1 — Термин «опасность» может быть уточнен другими терминами для определения происхождения опасности или характера ожидаемого вреда (например, «опасность поражения электрическим током», «опасность раздавливания», «опасность порезать», «токсичная опасность», «опасность возгорания», «опасность утопления»).

[МЭК 60050-903:2013, 903-01-02]

3.8 **крупное происшествие** (major incident): Событие или ситуация, возникшие в результате неконтролируемых событий в ходе функционирования СНЭЭ и приводящие к причинению существенного вреда здоровью человека или окружающей среде, немедленно или с задержкой, внутри или за пределами учреждения, что требует принятия специальных мер, которые должны быть выполнены одним или несколькими службами экстренного реагирования.

3.9 **защитные меры и гарантии** (protective measures and safeguards)

3.9.1 **средства индивидуальной защиты;** СИЗ (personal protective equipment, PPE): Устройство или прибор, предназначенные для ношения или удержания человеком для защиты от одной или нескольких угроз здоровью и безопасности во время выполнения работы под напряжением.

[МЭК 60050-651:2014, 651-23-01, изменено — в определение добавлено выражение «или удерживается»]

3.9.2 **защитные меры** (protective measures and safeguards): Меры, направленные на достижение адекватного снижения риска, реализуемые проектировщиком (присущий дизайн, меры безопасности и дополнительные защитные меры, информация для использования) и пользователем (организация: безопасные рабочие процедуры, контроль, обучение; системы допусков к работе; предоставление и использование дополнительных мер безопасности; использование средств индивидуальной защиты).

[МЭК 60050-903:2013, 903-01-17]

3.10 **риск** (risk): Сочетание вероятности возникновения ущерба и его тяжести.

[МЭК 60050-903:2013, 903-01-07]

3.10.1 **допустимый риск** (tolerable risk): Риск, который считают приемлемым в данном контексте на основе текущих ценностей общества.

[МЭК 60050-903:2013, 903-01-12]

3.11 **анализ рисков и опасностей** (risk and hazard analysis)

3.11.1 **режим отказа** (failure mode): Способ, при котором происходит сбой.

Примечание 1 — Режим отказа может быть определен потерей функции или другим произошедшим переходом в другое состояние.

[МЭК 60050-192:2015, 192-03-17]

3.11.2 **анализ видов и последствий отказов;** АВПО (failure modes and fault tree analysis, FMEA): Качественный метод анализа, который предполагает изучение возможных видов отказов и неисправностей компонентов и их воздействий на следующий, более высокий функциональный уровень системы.

[МЭК 60050-192:2015, 192-11-05, изменено — термин «договор» заменен на термин «система и подсистема», а примечание удалено]

3.11.3 **анализ видов, последствий и критичности отказов;** АВПКО (failure modes, effects and criticality analysis, FMECA): Количественный или качественный метод анализа, включающий анализ видов и последствий отказов, а также рассмотрение вероятности появления и серьезности последствий.

[МЭК 60050-192:2015, 192-11-06, изменено — примечание удалено]

3.11.4 **анализ дерева неисправностей;** АДН (fault tree analysis, FTA): Дедуктивный анализ с использованием деревьев неисправностей.

[МЭК 60050-192:2015, 192-11-08]

3.11.5 **анализ опасности и работоспособности;** АОР **(**hazard and operability studies, HAZOP): Структурированный и систематический методы для изучения определенной системы с целью выявления потенциальных опасностей в ней и потенциальных проблем с работоспособностью системы и, в частности, причин эксплуатационных нарушений и производственных отклонений, которые могут привести к несоответствию продукции.

Примечание 1 — Связанные с этим опасности могут включать как те, которые по существу относятся только к непосредственной области системы, так и те, которые имеют гораздо более широкую сферу влияния, например опасности для окружающей среды.

3.11.6 **анализ риска** (risk analysis): Систематическое использование имеющейся информации для выявления опасностей и количественной оценки риска.

[МЭК 60050-903:2013, 903-01-08]

3.11.7 **оценка рисков** (risk assessment): Общий процесс, включающий анализ риска и его величину.

[МЭК 60050-903:2013, 903-01-10]

3.11.8 **расчет рисков** (risk evaluation): Процедуры, основанные на анализе рисков для определения того, достигнут ли допустимый риск.

[МЭК 60050-903:2013, 903-01-09]

3.12 **разумно прогнозируемое неправильное использование** (reasonably foreseeable misuse): Использование продукта, процесса или услуги способом, которое не предусмотрено поставщиком, но которое может быть результатом легко прогнозируемого поведения человека.

[МЭК 60050-903:2013, 903-01-14]

3.13 **система, связанная с безопасностью** (safety-related system): Система управления, реализующая требуемые функции безопасности, необходимые для достижения или поддержания безопасного состояния СНЭЭ, и предназначенная для достижения своими средствами или в сочетании с другими мерами по снижению риска необходимое снижение риска для обеспечения требуемого допустимого риска.

[МЭК 61508-4:2010, 3.4.1, изменено — заменены аббревиатура «EUC[1)]» на аббревиатуру «СНЭЭ», и «другие системы, связанные с безопасностью E/E/PE[2)]» и словосочетание «необходимую целостность безопасности для требуемых функций безопасности» на словосочетание «необходимое снижение риска для удовлетворения требуемого допустимого риска»]

3.14 **останов** (shutdown): Переходное состояние СНЭЭ из рабочего состояния (либо зарядка от электрической сети, либо выдача мощности в электрическую сеть) в состояние покоя или холостого хода.

[МЭК 60050-415:1999, 415-01-09, изменено — заменено словосочетание «ветряную турбину между производством энергии и» на словосочетание «СНЭЭ из рабочего состояния (либо зарядка от электрической сети, либо выдача электроэнергии в электрическую сеть)»]

3.14.1 **аварийный останов** (emergency shutdown): Быстрое отключение СНЭЭ вследствие системы защиты или ручного вмешательства во избежание повреждения оборудования или опасности для персонала, или того и другого.

[МЭК 60050-415:1999, 415-01-11, изменено — заменено словосочетание «ветряную турбину» на аббревиатуру «СНЭЭ» и добавлена следующая информация: «вмешательство во избежание повреждения оборудования, или опасности для персонала, или и того и другого»]

3.14.2 **обычное отключение** (normal shutdown): Отключение СНЭЭ, при котором все ступени отключения находятся под контролем системы управления.

[МЭК 60050-415:1999, 415-01-10, изменено — добавлена аббревиатура «СНЭЭ»]

3.15 **квалифицированный специалист, квалифицированное лицо** (skilled person, qualified person): Лицо, обладающее соответствующим образованием, подготовкой, знаниями и опытом, позволяющими ему воспринимать риски и избегать опасности, которые могут возникнуть при использовании электрической энергии.

---

[1)] *«Управляемое оборудование».*

[2)] *«Электрическая/электронная/программируемая электронная система».*

## 4 Базовый подход к мерам безопасности СНЭЭ

Подход, использованный в настоящем стандарте, показан на рисунке 1. Первым аспектом, рассмотренным в разделе 5, является идентификация различных опасностей, связанных с СНЭЭ на основе типа ее подсистемы аккумулирования, местоположения, энергоемкости и того, как она может воздействовать или подвергаться воздействию окружающей среды. Второй аспект, представленный в разделе 6, заключается в проведении оценки рисков, которая определяется на основе предложений, изложенных в разделе 5, в соответствии с операционным использованием СНЭЭ. Третий аспект, рассмотренный в разделе 7, касается мер по снижению риска СНЭЭ на основе оценки, проведенной в соответствии с разделом 6.




Рисунок 1 — Общее описание подхода к устранению опасностей в СНЭЭ

## 5 Рассмотрение опасностей для СНЭЭ

### 5.1 Опасность поражения электрическим током

СНЭЭ, содержащие опасные уровни напряжения, могут представлять опасность поражения электрическим током. Пределы напряжения выше 30 В, пиковое значение среднеквадратичного значения (СКЗ) переменного тока 42,4 В AC[3)] или 60 В DC[4)] считают опасным напряжением.

Примечание 1 — В МЭК 62477-1 DVC As[5)] уровни составляют 30 В AC, пиковое значение СКЗ/42,4 В AC или 60 В DC для сухих условий. Напряжение выше этих уровней считают опасным напряжением.

Для установления соответствующих уровней средств индивидуальной защиты (СИЗ) для работников, участвующих в техническом обслуживании и других действиях на оборудовании, находящемся под напряжением, должны быть определены границы вспышки дуги. Границей вспышки дуги является расстояние, на котором падение энергии равно 5 Дж/см$^2$.

Примечание 2 — NFPA 70E содержит рекомендации по электробезопасности работников, включая опасность поражения электрическим током и вспышки дуги, связанную с работой на деталях, находящихся под электрическим напряжением. В настоящем стандарте указана граница вспышки дуги силой 5 Дж/см$^2$.

СНЭЭ также должна быть оценена на предмет потенциальной опасности, связанной со статическим электричеством, которое может привести к возникновению опасных условий, особенно в зонах легковоспламеняющихся или взрывоопасных концентраций газов или пыли.

Опасность поражения электрическим током также может возникнуть из-за неподходящих процедур пожаротушения. Руководство по реагированию на чрезвычайные ситуации для СНЭЭ должно касаться соответствующих процедур пожаротушения, применимых к данной технологии СНЭЭ.

---

[3)] *AC — общепринятое обозначение переменного тока.*

[4)] *DC — общепринятое обозначение постоянного тока.*

[5)] *DVC As — вторичная цепь, подающая только безопасное для прикосновения напряжение в нормальных условиях, а также в условиях короткого замыкания и ограниченного перенапряжения [ГОСТ IEC 61204-7—2023, статья 3.7].*

### 5.2 Механические опасности

Движущиеся части, представляющие потенциально опасную кинетическую энергию, должны быть закрыты или изолированы таким образом, чтобы предотвратить возможность прикосновения к движущимся частям во время работы или в результате неисправности системы, такой как износ подшипников, потеря вакуума, превышение скорости, а также повреждение или блокировка роторов.

Детали, содержащие опасное давление, должны обладать достаточной прочностью, чтобы безопасно выдерживать это давление. Могут применяться местные нормы по проектированию деталей, содержащих опасное давление. Для предотвращения возникновения избыточного давления должны быть предусмотрены устройства для сброса давления.

### 5.3 Энергетическая опасность

#### 5.3.1 Взрывоопасность

Взрывы создают угрозу жизни и здоровью работников, подвергшихся воздействию пламени и давления в результате их неконтролируемого воздействия, наличия вредных продуктов реакции, выброса осколков, а также потребления кислорода в окружающем воздухе.

Оценка риска СНЭЭ должна определить, существует ли потенциальная опасность взрыва СНЭЭ в нормальных и неблагоприятных условиях.

#### 5.3.2 Опасности, связанные с электрическими, магнитными и электромагнитными полями

Следует не допускать воздействия радиочастотной энергии достаточной интенсивности на частотах от 3 кГц до 300 ГГц, которые могут оказать негативное воздействие на персонал, работающий рядом с СНЭЭ.

Риски, связанные с радиоактивными веществами (радиация и проглатывание), выходят за рамки настоящего стандарта.

### 5.4 Пожароопасность

Должно быть определено, существуют или могут ли существовать горючие материалы в СНЭЭ, в каком количестве и распределении.

При оценке опасности пожара необходимо определить наличие и количество веществ, поддерживающих горение, например веществ, выделяющих кислород, а также возможность их возникновения.

Должны быть установлены возможные источники возгорания, например: горячие провода, электрические дуги, трение между движущимися частями (см. приложение В для получения дополнительной информации об источниках возгорания), которые существуют в СНЭЭ или вблизи нее или которые могут возникнуть при определенных обстоятельствах.

### 5.5 Термические опасности

СНЭЭ должна быть спроектирована таким образом, чтобы предотвратить непреднамеренное воздействие на людей горячих или холодных частей или жидкостей, которое может привести к травме.

Инструкции по реагированию в чрезвычайных ситуациях должны содержать инструкции по предотвращению потенциального воздействия чрезмерного нагрева или горячего дыма.

### 5.6 Химическая опасность

Должны быть определены опасности химического характера, связанные с СНЭЭ, т. к. СНЭЭ может содержать химические вещества, которые представляют риск для здоровья при их воздействии на человека.

### 5.7 Несоответствующие условия труда

Необходимо обеспечить легкий доступ в ту зону, в которой установлена или закрыта СНЭЭ, и выход из нее, чтобы предотвратить попадание людей в ловушку. Рабочее пространство и условия должны быть адаптированы таким образом, чтобы предотвратить риск травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата (см. приложение В), зависящих от рабочих положений и тех поз, которые принимает человек, от частоты выполнения операций, уровня требуемых усилий и от продолжительности работы.

При оценке рабочего пространства для проведения электромонтажных и профилактических работ должно быть проверено, что обеспечено достаточно места для безопасной работы с системой без

риска возникновения опасности поражения электрическим током персонала, выполняющего установку или техническое обслуживание. Могут быть применены местные правила.

Примечание 1 — Статья 110 NFPA 70:2023 содержит конкретные критерии для безопасного электрического рабочего пространства, которые зависят от напряжения.

Шум от СНЭЭ должен находиться в определенных пределах безопасности с помощью защитных мер, включая предупредительную маркировку, а также по мере необходимости должно быть обеспечено ношение средств защиты органов слуха. При этом могут быть применены местные нормы и правила.

Примечание 2 — Примеры ограничений, установленных на рабочем месте: предельный уровень шума NIOSH для 8-часового воздействия составляет 85 дБ; предельный уровень шума в ЕС для 8-часового воздействия — 87 дБ; предельный уровень шума OSHA для 8-часового воздействия — 90 дБ.

СНЭЭ не должна иметь острых краев, которые могут привести к физическим травмам персонала.

## 6 Оценка рисков СНЭЭ

### 6.1 Структура СНЭЭ

#### 6.1.1 Общая характеристика

На СНЭЭ проводят оценку рисков, включающую в себя мероприятия по их снижению. Для оценки рисков могут быть использованы принципы и методология ИСО 12100. В МЭК/ИСО 31010 задокументировано множество различных методов, которые могут быть применены для оценки рисков, и содержатся рекомендации по их применению, а также применимые справочные документы для каждого метода.

Примечание 1 — В настоящем стандарте рассматриваются гравитационные системы накопления энергии, которые можно рассматривать как машину. Для других СНЭЭ в качестве эталонного стандарта для оценки рисков также может быть использован ИСО 12100.

Примечание 2 — Некоторые из методов, рассматриваемых в МЭК/ИСО 31010, включают в себя первичный анализ рисков, структурированную методику «что, если» (SWIFT), анализ видов и последствий отказа (АВПО), анализ видов отказов, последствий и критичности (АВПКО), анализ рисков и работоспособности (исследования АОР) и анализ дерева неисправностей (АДН).

Примечание 3 — Во многих случаях, например для СНЭЭ категории V-L, подключенных к низковольтной сети с ограниченной мощностью и энергией, будет достаточно оценки риска, основанной на анализе, ограниченном условиями единичного замыкания. В других случаях, например, для СНЭЭ категории V-H, подключенных к высоковольтной сети с высокой мощностью и энергией, для обеспечения всесторонней оценки специфических и общих аспектов СНЭЭ и окружающей среды может быть проведен анализ двойных неисправностей.

Для проведения оценки рисков требуется описание СНЭЭ, в котором необходимо отметить следующие общие характеристики:

- тип, мощность, энергия, номинальный срок службы в соответствии с календарным или циклическим старением (гарантированный срок службы, количество циклов);
- тип применения;
- содержащиеся опасные вещества (формулы, физическое состояние, количество, паспорта безопасности);
- общие функции, функции безопасности и охраны, функции программирования;
- функции самодиагностики, дистанционное управление, присутствие персонала;
- вспомогательные устройства, входящие в систему;
- принимаемые меры по обеспечению безопасности конструкции и надежности системы;
- доступные меры по снижению рисков;
- рабочие параметры;
- определенные опасности, связанные с любыми компонентами СНЭЭ;
- инструкции по эксплуатации и обслуживанию.

#### 6.1.2 Специфические характеристики

В таблице 1 перечислены конкретные характеристики, которые следует учитывать при оценке рисков.

Таблица 1 — Характеристики СНЭЭ для рассмотрения оценки рисков

| Тип СНЭЭ[a)] | Тип подключения к электросети | Применение | Местоположение | Напряжение в точке подключения |
|---|---|---|---|---|
| Механические:<br>- насосная гидроэлектростанция (ГАЭС);<br>- сжатый воздух (НЭСВ);<br>- маховичные (НЭМ);<br>- гравитационные (НЭГ).<br>Электрохимические:<br>- аккумуляторы;<br>- проточные батареи;<br>- суперконденсаторы (как правило, в сочетании с батареями в гибридных СНЭЭ).<br>Термические:<br>- скрытое аккумулирование тепла;<br>- разумное хранение тепла;<br>- термохимическое хранение (адсорбция и абсорбция).<br>Химические:<br>- водород | Сети электропередач.<br>Распределительные сети.<br>Коммерческие сети.<br>Промышленные сети.<br>Сети домохозяйств.<br>Обособленные сети | Выравнивание пиков нагрузки (длительное действие).<br>Выравнивание нагрузки (длительное действие).<br>Регулирование частоты (кратковременное действие).<br>Стабилизация возобновляемых источников энергии (кратковременное действие).<br>Резервное питание.<br>Комбинированные применения (многофункциональные применения) | Жилой сектор, в том числе группа домохозяйств.<br>Коммерческий и публичный доступ в здания.<br>Промышленный.<br>Коммунальный | V-L:<br>≤ 1 000 В AC<br>или<br>≤ 1500 В DC<br><br>V-H:<br>> 1000 В AC<br>или<br>> 1500 В DC |
| | | | На открытом воздухе закрытый или незакрытый или и то и другое.<br>Комнатный закрытый или незакрытый или и то и другое.<br>Подземный | |
| [a)] В приложении А приведено краткое описание основных рисков, связанных с различными механическими, электрохимическими и химическими технологиями аккумулирования. Некоторые СНЭЭ могут представлять собой комбинацию различных типов технологий в одной системе в качестве типа гибридной системы. | | | | |

### 6.2 Описание условий накопления электроэнергии

#### 6.2.1 Типы электросетей, применений и местоположений

В таблице 1 приведены типы электросетей, применения СНЭЭ и их расположение, которые будут влиять на оценку риска.

#### 6.2.2 Уязвимые элементы

Чтобы оценить последствия потенциальной аварии или инцидента, следует четко определить элементы окружающей среды, которые могут быть затронуты. В общем случае учитывают следующие элементы:

- люди (например, соответствующий персонал объекта, постоянное население или люди, работающие на объекте, включая количество, время присутствия, удаленность от завода, тип людей и их ограничения);
- помещения и оборудование, не относящиеся непосредственно к области изучения;
- необходимое оборудование для обеспечения безопасности;
- устройства, работающие на базе СНЭЭ;
- свойства и структуры;
- природная среда (например, грунтовые воды, реки, почва, атмосфера, направление ветра, сейсмические уровни, уровни молний и высота).

#### 6.2.3 Специальные положения для СНЭЭ в общедоступных местах

Конструкция СНЭЭ должна гарантировать, что посторонние лица (например, широкая общественность) не смогут получить доступ к каким-либо опасным частям или элементам управления системой.

СНЭЭ, подключенная к электрическим сетям жилых домов или в тех местах, где есть доступ транспортных средств, должна быть обеспечена защитой от повреждений при непреднамеренном ударе транспортных средств, например при расположении в гаражах или рядом с дорогами.

Если СНЭЭ расположены в жилых домах, к ним могут быть применены критерии местного планирования и строительных норм.

Использование СНЭЭ в бытовых сетях может ограничивать использование тех технологий, в которых опасности не могут быть в достаточной степени снижены в условиях жилых помещений.

**6.2.4 Источники внешнего воздействия**

Следует выделить некоторые источники внешнего воздействия:

- на объектах: другие объекты и опасное оборудование, транспортные средства и другие движущиеся объекты, работы, потери фунуциональности, злонамеренные действия;

- природные источники: экстремальные погодные условия (мороз, ветер, снег, туман и т. д.), оползни и землетрясения, молнии, затопления пресной или соленой водой, повреждения от вредителей.

**6.2.5 Работа в автономном режиме**

Во время использования СНЭЭ может подвергаться различным внешним и внутренним воздействиям. В таких условиях эксплуатации требующие внимания признаки неисправности, такие как необычные вибрации, звуки или запахи, создаваемые в СНЭЭ, не могут быть обнаружены на площадке из-за отсутствия обслуживающего персонала или находящихся поблизости обитателей. Система удаленного мониторинга может отправлять сигнал о неисправности на станцию управления оператора. Оператор выполняет необходимые действия дистанционно, а рабочие сигналы поступают в систему. Следует учитывать риски, связанные как с неправильными сигналами туда и обратно, так и с ошибками человека.

**6.2.6 Непреднамеренное обособление**

Непреднамеренное обособление — это нежелательное состояние части энергосистемы, в отношении которого в правилах присоединения к сети обычно указывают меры защиты. Более подробная информация о непреднамеренном обособлении приведена в приложении В.

Если рассматривают вопросы преднамеренного обособления, должны быть приняты меры для предотвращения операции по обособлению путем его прямого или косвенного обнаружения с помощью защитного реле или других методов и быстрого отключения СНЭЭ от распределительной электросети.

**6.3 Анализ риска**

**6.3.1 Общие положения**

В ходе оценки рисков влияние опасностей следует учитывать на всех этапах жизненного цикла (проектирование и планирование, транспортирование, установка, ввод в эксплуатацию, эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт, а также окончание срока службы и вывод из эксплуатации).

Кроме того, учитывают общий объем энергии, накопленной в СНЭЭ, и нахождение населения в зоне потенциально подверженной воздействию энергии.

**6.3.2 Компоненты**

Все компоненты СНЭЭ, такие как подсистемы преобразования мощности (ППМ), генераторы, гидротурбины и насосы, накопители энергии (аккумуляторы, маховики и т. д.), трансформаторы, системные контроллеры, выключатели, предохранители, проводка, фильтры, резервуары, трубы, воздуходувки, управляющие источники питания и т. д., должны быть спроектированы, изготовлены, испытаны на основе стандартов на соответствие их безопасности и использованы в соответствии с их спецификациями. Перечень потенциальных стандартов безопасности компонентов СНЭЭ приведен в приложении D. Соединения между компонентами, такими как соединения главной цепи, проводка сигнала управления, проводка сигнала связи, трубы, линии электропередач управления, крепления к зданиям, траншеям и т. д., должны быть пригодны для использования в СНЭЭ и надежно закреплены, чтобы предотвратить ослабление или разъединение, а также потенциальные опасности из-за ослабления или разъединения в течение всего срока службы СНЭЭ.

Комбинацию компонентов СНЭЭ не следует считать безопасной при установке в систему и поэтому необходимо провести оценку рисков, связанных с интеграцией различных компонентов. В частности, риск несовместимости некоторых компонентов, возникающий в результате интеграции, должен быть проанализирован с помощью соответствующих методов оценки рисков.

Гибридизация СНЭЭ, объединяющая несколько подсистем аккумулирования электрической энергии (ПАЭЭ), должна быть рассмотрена особо с точки зрения их безопасной эксплуатации. Все ПАЭЭ должны быть проанализированы при любых условиях эксплуатации (например, состояние «в режиме ожидания» одной подсистемы такой СНЭЭ не должно исключать рассмотрения состояния безопасности и мониторинга, ориентированного на безопасность, в отношении этой резервной подсистемы).

**6.3.3 Рассмотрение рисков**

6.3.3.1 Общие положения

Оценка рисков СНЭЭ должна включать, в частности, рассмотрение рисков, изложенное в 6.3.3.2—6.3.3.9. Положения по снижению этих рисков приведены в разделе 7.

Значительный сбой в работе СНЭЭ может привести к возгоранию, взрыву или выбросу опасных химических веществ. Кроме того, при взрыве могут быть выброшены осколки. При проведении анализа рисков СНЭЭ следует учитывать эти опасности, что необходимо для надлежащего проектирования СНЭЭ.

6.3.3.2 Недостаточная политика безопасности

Политика безопасности должна быть направлена на сведение к минимуму опасностей, вызванных прогнозируемой человеческой ошибкой, неправильными проектированием или установкой, недостаточным осмотром или техническим обслуживанием, а также недостаточным обучением и обозначением. Оценка рисков СНЭЭ должна включать рассмотрение этих опасностей.

6.3.3.3 Неэффективные предупреждения, механизмы защиты и процедуры реагирования на инциденты

Опасность и риски пожаров, взрывов и химических веществ могут стать причиной спонтанного использования неэффективных систем предупреждения, защитных механизмов и процедур тушения пожаров, неэффективных планов эвакуации, маршрутов и процедур. Оценка рисков СНЭЭ должна включать рассмотрение этих опасностей.

6.3.3.4 Неэффективный контроль доступа

Неэффективный контроль доступа, его отсутствие или небезопасные условия доступа (например, нехватка места для проведения технического обслуживания), ненадлежащая конструкция, размер аварийных выходов или другие недостатки защиты могут привести к возникновению особых опасностей. Оценка рисков СНЭЭ должна включать рассмотрение этих опасностей.

6.3.3.5 Неэффективная координация защиты

Неэффективная координация защиты может привести к возгоранию или поражению электрическим током. Например, если защитное устройство не может прервать большой ток в случае случайного короткого замыкания, некоторые части системы могут перегреваться, что может привести к возгоранию. Оценка рисков СНЭЭ должна включать рассмотрение этих опасностей.

6.3.3.6 Неэффективное обнаружение неисправностей

Отсутствие или неэффективная работа системы обнаружения неисправностей могут привести к опасностям поражения электрическим током, механическим опасностям, взрыву, пожару и т. д. Например, если электрическая неисправность приводит к утечке или току замыкания на землю и не обнаруживается, это может привести к поражению электрическим током. Если неисправность не обнаружена и СНЭЭ работает при превышении предела безопасности, это может привести к взрыву или пожару. Оценка риска СНЭЭ должна включать рассмотрение этих опасностей на уровне элементарной подсистемы СНЭЭ и общего функционирования.

6.3.3.7 Неисправность управления системой

Неисправность управления системой и работа за пределами безопасного предела СНЭЭ могут привести к опасностям поражения электрическим током, механическим опасностям, взрыву, пожару и т. д. Эти неисправности могут быть вызваны потерей внешней связи, потерей связи между оборудованием, коротким замыканием или обрывом сигнальной линии управления, ошибкой управляющего сигнала, неисправностью оборудования, потерей управляющего питания и т. д. Выделение большого количества энергии, материалов или химических веществ, хранящихся в СНЭЭ, может привести к взрыву, пожару, рассеиванию химических веществ, затоплению или другому значительному ущербу. Оценка рисков СНЭЭ должна включать рассмотрение этих опасностей.

6.3.3.8 Неисправность вспомогательной подсистемы

Неисправности вспомогательных подсистем могут вызывать различные опасности, такие как температурная опасность, химическая опасность, опасность взрыва и опасность возгорания. Например, неисправность кондиционера может привести к превышению рабочей температуры некоторых компонентов. Неисправность вентиляции может привести к химическому отравлению или образованию взрывоопасной концентрации. Оценка рисков СНЭЭ должна включать рассмотрение этих опасностей.

6.3.3.9 Неподходящая рабочая среда, условия и оборудование

Неподходящая рабочая среда, условия и оборудование могут вызвать множество опасностей. СНЭЭ должна быть спроектирована и изготовлена таким образом, чтобы она была пригодной для той среды, в которой она будет использоваться. Такие факторы, как влажность, температура, высота над уровнем моря и наводнения, среди многих других должны быть учтены в критериях проектирования. Оценка рисков СНЭЭ должна включать рассмотрение этих опасностей.

### 6.3.4 Анализ рисков на уровне системы

6.3.4.1 Общие положения

Одним из ключевых действий для обеспечения безопасности СНЭЭ является использование методов анализа надежности системы, таких как процедуры, установленные в МЭК/ИСО 31010.

Результат анализа рисков должен быть задокументирован, а исследование должно быть доступно для организаций, ответственных за эксплуатацию, мониторинг и надзор за СНЭЭ. В ходе анализа рисков должны быть определены те компоненты и части системы, которые обеспечивают функцию безопасности. В тех случаях, когда критическая безопасность зависит от электрических, электронных и программных средств управления, эти органы управления должны быть подвергнуты анализу на предмет функциональной безопасности. Для этого анализа следует использовать один из следующих стандартов, применимых к системе:

- стандарты серии МЭК 61508;
- стандарты серии МЭК 61511;
- стандарты серии ИСО 13849;
- МЭК 60730-1:2020, приложение H;
- МЭК 62061;
- другой соответствующий стандарт функциональной безопасности для применения.

6.3.4.2 Кибербезопасность

В рамках анализа рисков в центре внимания должна быть кибербезопасность, включая риски, связанные с линиями связи.

## 7 Требования, необходимые для снижения рисков

### 7.1 Общие меры по снижению рисков

По результатам анализа рисков на уровне системы должны быть приняты необходимые меры по предупреждению и защите от несчастных случаев и ограничению их последствий. Это означает, что для всех сценариев, для которых вероятность или тяжесть последствий или и то и другое приводит к недопустимому риску, должны быть предложены меры по снижению риска (см. рисунок 2) с использованием методов, предусмотренных в разделе 6.

Изготовитель должен определить конкретные методологии оценки рисков для используемого типа анализа и степень их соответствия критериям. Лица, привлекаемые к проведению анализа рисков, должны обладать необходимой компетенцией для проведения анализа.

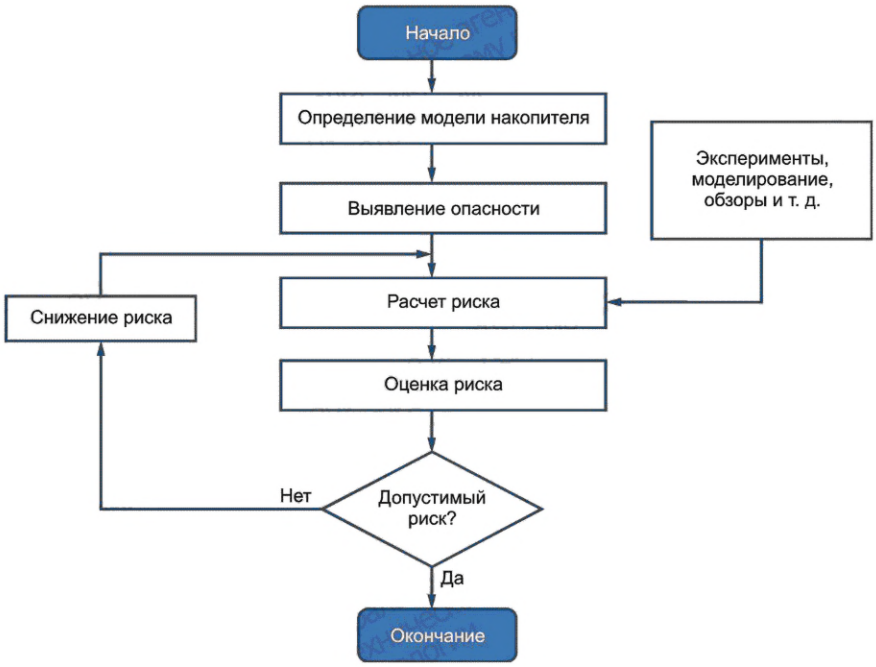



Рисунок 2 — Последовательность итеративных проверок в общих процедурах оценки рисков

Сценарии, рассматриваемые при анализе рисков, должны включать катастрофические внешние воздействия на систему со стороны как стихийных бедствий, так и негативного социального или антропогенного воздействия. Стихийные бедствия включают в себя все виды стихийных бедствий, одни из которых носят сезонный характер, а другие из них сопровождаются незначительным предупреждением, такие как землетрясение, наводнение и цунами. Негативное социальное или антропогенное воздействие включает в себя человеческие ошибки, саботаж со стороны людей, социальные беспорядки, терроризм и кибератаки.

Принимаемые превентивные меры зависят от местоположения системы, но они должны быть приняты даже в случае редких внешних событий, которые могут оказать существенное влияние на СНЭЭ. Превентивными мерами, которые должны быть определены в данном случае, являются меры по предотвращению удара, минимизации повреждений системы и по смягчению катастрофических повреждений системы.

Несмотря на превентивные меры может иметь место частичный ущерб, и должны быть незамедлительно приняты меры по пресечению распространения ущерба. Проверенные средства пожаротушения, внутренние средства подавления распространения возгорания, аварийные огнетушители и аварийное отключение также являются частью этой профилактики. В зависимости от степени повреждения включается дальнейший вызов аварийно-спасательных служб.

На рисунке 3 показаны общие меры по снижению риска для СНЭЭ. Если происходит опасный инцидент, меры по контролю за распространением ущерба следует рассматривать на уровнях предотвращения и смягчения последствий. Кроме того, процедуры реагирования на чрезвычайные ситуации на предприятии и в районе должны быть спланированы и подготовлены заранее, чтобы свести к минимуму степень опасности.

На рисунке 4 представлен пример распространения ущерба от инцидента к опасностям, а также многоуровневые меры по минимизации ущерба. Незначительный инцидент, такой как внешнее воздействие, неисправность аппаратного или программного обеспечения и системы, а также разумно прогнозируемое неправильное использование системы, может привести к ее частичному повреждению. Если частичное повреждение распространяется на более широкую область системы, может произойти более серьезная авария. Необходимость применения эшелонированных мер по контролю за распространением повреждений следует рассматривать отдельно от обычного контроля и мониторинга.




Рисунок 3 — Общие меры по снижению риска для минимизации опасностей

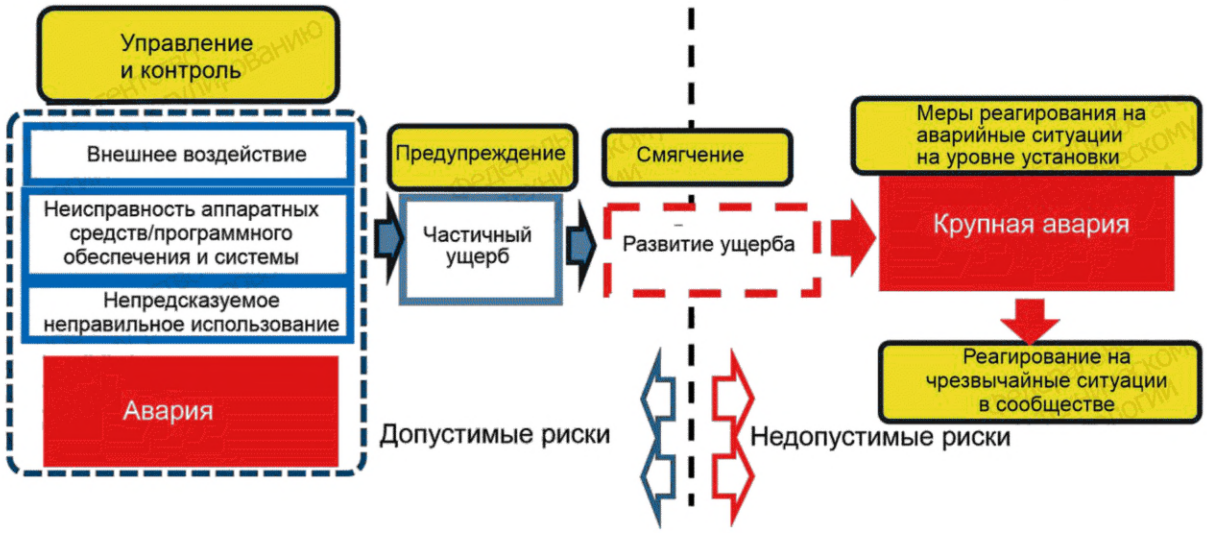



Рисунок 4 — Распространение ущерба от локализованного к крупному инциденту и многоуровневые меры по минимизации ущерба

### 7.2 Превентивные меры против нанесения ущерба жителям прилегающих территорий

Необходимо обратить внимание на случайные явления, которые могут стать причиной крупной аварии, затрагивающей жителей соседних районов и окружающую среду. Известные достоверные события должны быть идентифицированы, задокументированы, а методы смягчения их последствий — предусмотрены в плане реагирования на чрезвычайные ситуации. Примерами серьезных происшествий могут быть выбросы опасных веществ (например, химикатов, газов, тепла), пожар, взрыв, затопление и т. д., масштабы которых выходят за рамки обычных эксплуатационных возможностей персонала службы безопасности предприятия.

Для принятия необходимых мер для предотвращения крупных инцидентов, смягчения их последствий и принятия мер по восстановлению оборудования операторы, монтажники, специалисты по техническому обслуживанию и другие лица, ответственные за СНЭЭ, должны иметь соответствующий план, основанный на анализе рисков в соответствии с представленным в разделе 6. Для обоснования плана действий в чрезвычайных ситуациях на месте установки СНЭЭ план должен включать информацию об опасностях и методах их снижения, применимых к технологии рассматриваемой СНЭЭ. При разработке плана могут быть приняты во внимание региональные нормативные акты или критерии кодекса.

Если оценка риска, связанного с пожаром, взрывом, затоплением или выбросом токсичных веществ, показывает вероятность возникновения недопустимых опасных ситуаций, чтобы снизить риск опасности до допустимого уровня в составе СНЭЭ, должна быть подсистема, связанная с безопасностью (ПСБ) в соответствии с МЭК 61508 (все части), или должны быть применены другие подходы к функциональной безопасности согласно 6.3.4.1.

### 7.3 Проверка конструкций, связанных с безопасностью

#### 7.3.1 Общие положения

Ожидается, что СНЭЭ будут функционировать в течение заданного назначенного срока службы при условии их надлежащего обслуживания. В течение данного срока на работу СНЭЭ могут влиять различные факторы, такие как:

- изменения в технологии компонентов;
- местные факторы окружающей среды;
- конъюнктура рынка;
- новые правила.

Воздействие этих факторов на СНЭЭ не должно оказывать влияния на ее безопасную эксплуатацию, для чего при внесении изменений необходимо проводить анализ конструкции, связанный с без-

опасностью. Также могут потребоваться пересмотр структуры СНЭЭ и, следовательно, анализ и оценка рисков СНЭЭ при наличии другой информации, такой как:

- опыт работы;
- выход из строя комплектующих;
- сбой в работе программного обеспечения;
- присущие конструкции проблемы.

На рисунке 5 показан этот процесс в течение всего срока службы СНЭЭ.

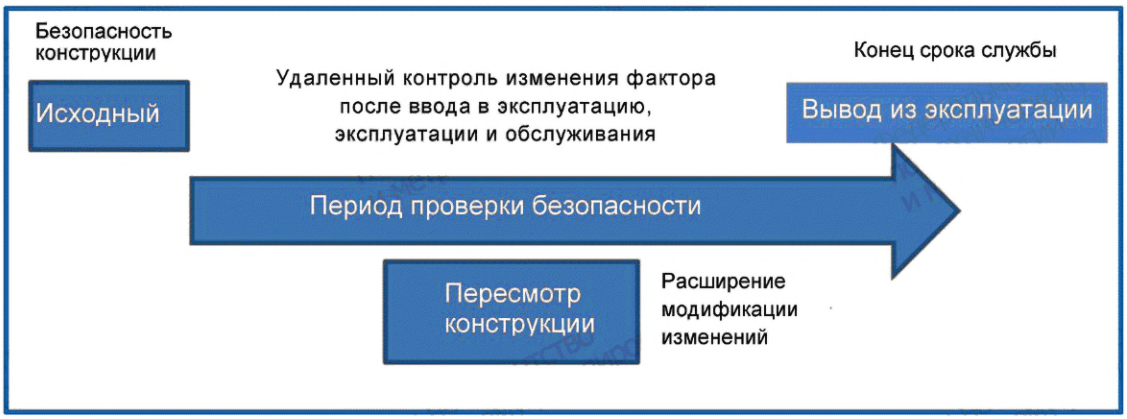



Рисунок 5 — Первоначальный анализ проекта безопасности и его пересмотр

**7.3.2 Первоначальная проверка проекта безопасности**

Анализ проекта безопасности первоначально проводят в начале проектирования всей системы. Первоначальный анализ проекта безопасности основан на оценке рисков и завершается после того, как система определена как отвечающая соответствующим уровням безопасности.

Проверку конструкции безопасности следует периодически повторять в течение срока службы СНЭЭ в соответствии с оценкой риска и другими факторами, такими как примеры, указанные в 7.3.1.

**7.3.3 Последующие изменения проекта**

7.3.3.1 Общие положения

Если система подвергается модификации, то при необходимости проводят повторную экспертизу проекта безопасности. Во время перепроектирования безопасности должен быть проведен повторно анализ рисков (например, АВПО).

7.3.3.2 Доработка проекта с учетом мелких и крупных изменений системы

Если вносимые в систему изменения незначительны, анализ рисков с ограниченным АВПО может быть более практичным. Когда происходит существенное изменение, например общее увеличение емкости аккумулирования (например, СНЭЭБ) или значительные изменения в окружающей среде, при проведении анализа рисков следует принимать во внимание не только систему как таковую, но и пограничную область между системой и окружающей средой.

**7.4 Профилактические меры против причинения вреда работникам и другим лицам, подвергающимся риску**

**7.4.1 Защита от опасности поражения электрическим током**

7.4.1.1 Общая электробезопасность

В зависимости от конструкции системы изготовитель должен определить такие электрические стандарты электробезопасности, которые могут быть применены к системе, например:

- для СНЭЭ, которые относят к категории V-L (таблица 1): подход к обеспечению электробезопасности должен соответствовать приведенному в применимых частях серии МЭК 60364, либо МЭК 60204-1;
- для СНЭЭ, которые относят к категории V-H (таблица 1): подход к обеспечению электробезопасности должен соответствовать приведенному в МЭК 61936-1, IEC TS 61936-2 или МЭК 60204-11.

7.4.1.2 Доступ к опасным токоведущим частям

Все источники электрической энергии в СНЭЭ следует контролировать таким образом, чтобы свести к минимуму опасность поражения человека электрическим током и предотвратить доступ к СНЭЭ представителей фауны и флоры. Токоведущие части СНЭЭ с цепями опасного напряжения должны быть защищены от случайного контакта с помощью корпуса или других средств, таких как ограждение или защита, для исключения возможности случайного доступа к токоведущим частям в соответствии с IPXXB или IP2X МЭК 60529.

Блокировки, используемые для защиты от цепей опасного напряжения, должны соответствовать требованиям МЭК 60204-1, а переключатели, применяемые для этой цели, — МЭК 60947-5-1.

СНЭЭ и связанное с нею электрооборудование, которое может потребовать осмотра, регулировки или технического обслуживания под напряжением, должны быть спроектированы таким образом, чтобы свести к минимуму риск поражения электрическим током или получения травм от электрических ожогов. В тех случаях, когда предотвратить доступ к опасным токоведущим частям практически невозможно, должны быть применены предупреждающие объявления об опасности.

Соответствие проверяют по 8.2.2.

7.4.1.3 Защита от воздействия влаги и загрязнения окружающей среды

Электрические компоненты и цепи, влияющие на безопасность (т. е. выше уровней напряжения БСНН/ЗСНН[6)], и другие цепи, влияющие на безопасность), должны быть защищены от проникновения внутрь и воздействия влаги и загрязнения, вызванного загрязнением. Если электропроводка и компоненты подвергаются воздействию чрезмерной влаги, они могут быть повреждены из-за плесени или коррозии, а утечка электричества и расстояние зазора при этом могут снизиться до небезопасного уровня. Это повреждение может привести к выходу из строя изоляции или к замыканию, а также создать дополнительную опасность поражения электрическим током. Корпуса электрооборудования и незакрытое электрооборудование должны быть пригодны для предполагаемого воздействия в соответствии с МЭК 60529 или аналогичными методами оценки.

Соответствие проверяют по 8.2.3.

7.4.1.4 Электрическая изоляция и защита от поражения электрическим током

Электрическая изоляция должна соответствовать напряжениям в цепи, и между цепями опасного напряжения и доступными частями должно быть два уровня защиты (например, двойная изоляция или усиленная изоляция в соответствии с МЭК 60364-4-41). Для СНЭЭ категории V-L в таблице 1 пути утечки и зазоры должны соответствовать МЭК 60664-1. Подход к защите, описанный в МЭК 60364-4-41, должен применяться для СНЭЭ категории V-L в таблице 1.

Исключение. В качестве опции для соблюдения требований к электрической изоляции и защите от поражения электрическим током для СНЭЭ категории V-L могут быть использованы положения МЭК 60204-1.

Для систем категории V-H в таблице 1 следует использовать расстояния утечки и зазора, а также механизмы электрической защиты, установленные в МЭК 61936-1 или IEC TS 61936-2.

Исключение. В качестве опции для соблюдения требований к электрической изоляции и защите от поражения электрическим током для СНЭЭ категории V-H могут быть использованы положения МЭК 60204-11.

При принятии мер по предупреждению опасности поражения электрическим током необходимо учитывать следующее:

- обнаружение замыкания на землю (например, МЭК 62689-2);
- обнаружение перенапряжения (например, МЭК 60730-1, МЭК 61439-1);
- защита от перенапряжения (например, МЭК 60730-1);
- обнаружение перегрузки по току (например, МЭК 60730-1);
- обнаружение или защита от превышения или понижения температуры (например, МЭК 60730-2-9);
- молниезащита (например, МЭК 62305-2);
- электростатическое рассеивание (например, IEC TR 61340-1);
- защита от перегрузки по току (например, МЭК 60364-4-43).

Для оценки наличия надлежащей электрической изоляции и защиты от поражения электрическим током должны быть проведены испытания СНЭЭ на выдерживание диэлектрического напряжения, импульсное напряжение, сопротивление изоляции, а также проверены системы заземления и соединения.

---

[6)] *Безопасное сверхнизкое напряжение (БСНН), защитное сверхнизкое напряжение (ЗСНН).*

Соответствие требованиям должно определяться на основе анализа конструкции и испытаний по 8.2.4.

7.4.1.5 Защита от выхода за пределы нормального рабочего диапазона

СНЭЭ должна быть защищена от выхода за пределы ее нормального рабочего диапазона, включая рабочее напряжение, ток и температуру каждой подсистемы и системы в целом. Эксплуатация СНЭЭ за пределами нормального рабочего диапазона может привести к поражению электрическим током, возгоранию или другим опасностям. Должны быть учтены следующие превентивные меры применимые к СНЭЭ:

- обнаружение повышенного или пониженного напряжения (например, МЭК 61439-1) и защита;
- обнаружение повышенного или пониженного тока (например, МЭК 60730-1);
- защита от перегрузки по току (например, МЭК 60364-4-43);
- обнаружение или защита от превышения или понижения температуры (например, МЭК 60730-2-9).

Конструкция защиты от перегрузки по току, которая включает в себя расположение, мощность и координацию защиты, должна быть определена путем расчета с учетом уровня потенциального тока короткого замыкания, токопроводящей способности проводников в рассматриваемой цепи, рабочего тока защитного устройства и времени его срабатывания, а также местоположения защитного устройства в цепи. Расчет(ы) для проверки способности цепи безопасно выдерживать состояние тока короткого замыкания должен(должны) быть задокументирован(ы) и сохранен(ы). Для определения подходящей конструкции защиты от перегрузки по току следует использовать положения МЭК 60364-4-43.

Тип, номинал и местоположения защитных устройств должны быть определены путем анализа конструкции СНЭЭ и документации по анализу, используемому для определения. Для оценки пригодности всех защитных устройств должны быть проведены испытания по 8.2.5.

7.4.1.6 Электрические компоненты, влияющие на безопасность

Электрические компоненты, влияющие на безопасность СНЭЭ, выявленные в результате анализа рисков (раздел 6), должны соответствовать применимому стандарту безопасности МЭК для этого компонента, если такой стандарт доступен, а также должны подходить для установленного применения и использоваться в рамках его номиналов. В случае отсутствия стандарта на компонент он должен быть оценен в соответствии с требованиями настоящего стандарта. В приложении D приведены рекомендации по возможным стандартам безопасности компонентов.

7.4.1.7 Непреднамеренное обособление

СНЭЭ работают параллельно с электроэнергетической системой или электрической сетью и могут представлять риск непреднамеренного обособления. Защита и испытание непреднамеренного обособления требуются в соответствии с большинством международных сетевых норм, а сама СНЭЭ должна соответствовать правилам сетевого кодекса для места установки. Две обычно используемые процедуры испытания на непреднамеренное обособление приведены в 8.2.6.

Непреднамеренное обособление может привести к выходу системы из строя с соответствующими последствиями даже в том случае, если система предназначена для обособления. Когда запланированы операции по техническому обслуживанию, перед любыми операциями по вмешательству должен быть выполнен и задокументирован анализ электрической изоляции задействованных участков электрической сети.

Соответствие проверяют по 8.2.6.

**7.4.2 Защита от механических опасностей**

Основной защитой от механических травм является функция конкретной СНЭЭ. Основные меры безопасности могут включать:

- требования к конструкции корпуса (закругленные края и углы, ограждение для предотвращения доступа движущейся части);
- предохранительную блокировку для контроля доступа к движущейся части, представляющей опасность получения травмы;
- средства для остановки движущейся части;
- средства для стабилизации оборудования;
- прочные ручки;
- прочные монтажные средства;
- средства для удержания деталей, выброшенных при взрыве или механическом повреждении.

При применении ограждений и защитных устройств для определения их пригодности для защиты от опасностей движущихся частей следует использовать процедуры, изложенные в ИСО 12100:2010,

6.3.2 и 6.3.3. В ИСО 12100 содержатся указания по типам защитных устройств, которые должны быть реализованы (например, ограждения, световые завесы, датчики и т. д.). Выбор, а также количество и местоположение мер безопасности, применяемых для защиты от опасности движущихся частей, должны быть определены в рамках анализа рисков при эксплуатации СНЭЭ. Блокировки для предотвращения доступа к опасным движущимся частям должны соответствовать требованиям ИСО 12100 и работать в согласно проведенной оценке рисков. Выключатели, используемые в качестве блокировок для механических ограждений, должны соответствовать МЭК 60947-5-1.

Если для предотвращения доступа к опасным частям использован корпус СНЭЭ, то доступ к движущимся частям должен быть проверен с помощью средства доступа в соответствии с классом IP корпуса.

При оценке механизмов защиты от доступа к опасным движущимся частям следует произвести осмотр конструкции и испытания по 8.3.

Ручки или монтажные средства должны быть достаточно прочными, чтобы выдерживать ту массу, которую они поддерживают. Прочность ручек или монтажных средств должна быть испытана в соответствии с 8.3.4.

**7.4.3 Защита от опасностей высокого давления**

Напорные системы должны быть спроектированы таким образом, чтобы выдерживать уровень содержащегося давления и соответствовать применимым нормам, а также снабжены устройствами сброса давления, предотвращающими опасное состояние избыточного давления. Сосуды и трубопроводы напортной системы должны быть спроектированы в соответствии с величиной давления и с учетом содержащейся в них жидкости.

Трубопроводы, содержащие жидкости высокого давления, должны соответствовать требованиям ИСО 15649, ASME B31.3 или ASME B31.1.

Примечание — На жидкости с давлением ниже 105 кПа (15 фунтов на квадратный дюйм) не распространяются требования ИСО 15649, ASME B31.3 и ASME B31.1. Область применения ИСО 15649 и ASME B31.3 распространяется на жидкости в диапазоне температур от минус 29 °С до плюс 186 °С. В область применения ASME B31.1 включены жидкости при температуре выше 250 °С.

Испытания деталей или узлов деталей под давлением следует проводить в соответствии с 8.4. На такие детали, как сосуды под давлением, которые прошли испытание на предполагаемое давление в соответствии с региональными критериями, указанные испытания допускается не проводить.

**7.4.4 Защита от взрывоопасных сред**

При сочетании взрывоопасной атмосферы и эффективного источника возгорания в качестве потенциального источника взрыва следует руководствоваться основными принципами предотвращения взрыва и защиты от него в нижеприведенном порядке.

a) Предотвращение:

- следует избегать или уменьшать взрывоопасную атмосферу. Эта цель может быть достигнута главным образом путем изменения концентрации легковоспламеняющегося вещества до значения, выходящего за пределы диапазона взрыва, или концентрации кислорода до значения ниже предельной концентрации кислорода (ПКК);
- исключить наличие любого возможного эффективного источника возгорания.

b) Защита:

- локализация взрыва или ограничение дальности действия до приемлемого уровня с помощью методов защиты, например изоляции, вентиляции, подавления и локализации. Указанные меры по снижению риска смягчают последствия возникновения взрыва.

Примечание — NFPA 69 и NFPA 68 содержат методы предотвращения и защиты от опасности взрывов.

NFPA 69 — стандарт, который применяют при проектировании, эксплуатации, техническом обслуживании и испытаниях систем предотвращения взрыва с помощью следующих методов предотвращения: контроль концентрации окислителя и контроль концентрации горючего. В NFPA 69 также рассмотрены механизмы защиты, такие как предварительное дефлаграционное обнаружение и управление источниками возгорания, подавление взрыва, активная изоляция, пассивная изоляция, сдерживание давления дефлаграции и пассивное подавление взрыва.

NFPA 68 применяют при проектировании, размещении, установке, техническом обслуживании и использовании взрывозащиты, которая отводит продукты сгорания и давление, возникающие в результате дефлаграции внутри корпуса, чтобы свести к минимуму структурные и механические повреждения.

Снижение риска может быть достигнуто путем применения одного или нескольких из вышеуказанных принципов предотвращения или защиты, в том числе посредством комбинации этих принципов.

Приоритетным вариантом должно быть предотвращение образования взрывоопасной атмосферы.

При выборе надлежащих мер в каждом отдельном случае должен быть проведен анализ снижения риска по разделу 6. Руководство по определению опасных (классифицированных) областей/зон для применения подходящих средств защиты в зависимости от конкретных обстоятельств приведено в МЭК 60079-10-1 и МЭК 60079-10-2. Оборудование, расположенное в опасных областях или зонах, должно быть рассчитано на соответствие данной области или зоне. Руководство по методам защиты оборудования, расположенного во взрывоопасных областях или зонах, приведено в МЭК 60079-0. Процедуры технического обслуживания должны гарантировать, что после его проведения защита является надлежащей.

При планировании мероприятий по предотвращению взрыва и применению защиты от взрыва необходимо учитывать процесс монтажа и ввода в эксплуатацию, а также нормальную эксплуатацию, которая включает в себя пуск и остановку. Кроме того, должны быть приняты во внимание возможные технические неисправности, а также прогнозируемое неправильное использование. Применение мер по предотвращению взрыва и по защите от взрыва требует детального изучения потенциальных опасностей. Лица, проводящие этот анализ, должны иметь соответствующий опыт работы в данной области и обладать соответствующей квалификацией. Могут быть применены местные правила.

Если для устранения или уменьшения опасных классифицированных областей или зон СНЭЭ используют механическую вентиляцию, то она должна быть оценена на пригодность в соответствии с 8.5.

**7.4.5 Защита от опасностей, связанных с электрическими, магнитными и электромагнитными полями**

СНЭЭ должны быть интегрированы с тем оборудованием, которое удовлетворяет соответствующим документам МЭК, установленным в 8.6 применительно к месту установки СНЭЭ, таким образом, чтобы они обладали достаточной устойчивостью к электрическим, магнитным и электромагнитным помехам для предотвращения возникновения опасностей, а также имели электрическое, магнитное и электромагнитное излучение на минимальном уровне, требуемом для применения. Анализ рисков должен установить критерии характеристик СНЭЭ в отношении устойчивости к ЭМС. Могут быть применены местные правила.

Устойчивость компонентов к ЭМС подтверждается в ходе испытаний на устойчивость к ЭМС одного компонента, но следует учитывать, что взаимодействие системы может усиливать магнитные и электромагнитные помехи, вызывать неисправность отдельных компонентов и нарушать связи между этими компонентами. Для обеспечения необходимой безопасности средства управления защитой СНЭЭ должны быть спроектированы и испытаны в соответствии с применимыми стандартами ЭМС, перечисленными в 8.6, с учетом наличия помех ЭМС, которые могут возникать в той среде, в которой расположена СНЭЭ.

Меры защиты от неисправностей СНЭЭ должны быть предусмотрены с учетом использования соответствующих методов (см. МЭК 60364-4-44 для руководства).

Соответствие проверяют по 8.6.

**7.4.6 Защита от опасности возгорания**

Основная мера защиты от возгорания заключается в том, что температура материала как при нормальных, так и при ненормальных условиях эксплуатации не должна вызывать воспламенения материала. Дополнительная защита от возгорания электрическим током снижает вероятность возгорания или в случае возгорания распространение огня.

Дополнительная информация в отношени защиты от термических воздействий, включая горение и пламя, вызванное электроустановками, представлена в МЭК 60364-4-42.

Для защиты от опасных факторов пожара должны быть рассмотрены следующие меры по предотвращению и защите:

- материал корпуса СНЭЭ должен быть негорючим в соответствии с ИСО 1182, при этом могут быть применены местные правила.

Примечание — Испытание по ИСО 1182 проводят при воздействии на образец температуры 750 °С в печи в течение периода времени от 30 до 60 мин. Горючее вещество определено в ИСО 13943 как способное к горению, которое представляет собой экзотермическую реакцию вещества с окислителем;

- полимерные материалы, используемые непосредственно на опасных токоведущих частях, такие как печатные электромонтажные платы и электрическая изоляция клемм, должны иметь минимальный рейтинг горения V-1 в соответствии с МЭК 60695-11-10;

- СНЭЭ должна устранять или сводить к минимуму риск перегрева путем анализа отклонений технологического процесса, которые могут привести к перегреву, и проведения испытаний;

- в тех случаях, когда возможность возникновения пожара не может быть устранена, его последствия, включая пламя, тепло, дым и т. д., должны быть ограничены, например путем экранирования или ограждения, для исключения или сведения к минимуму риска причинения вреда людям, ущерба имуществу или окружающей среде;

- в тех случаях, когда возможность возникновения пожара не может быть устранена, его последствия, включая пламя, тепло, дым и т. д., должны быть ограничены путем соответствующего использования интегрированных систем обнаружения и пожаротушения (компонентов безопасности), которые включают в себя устройства для функций обнаружения, управления, сигнализации и тушения;

- если возникший пожар не может быть локализован внутри ограждения СНЭЭ, потенциальная зона возгорания должна быть защищена системой пожаротушения, а защищаемая зона должна быть изолирована, например ограждением;

- предоставление пользователям исчерпывающей и доступной для понимания документации для того, чтобы они могли поддерживать установки и технические средства противопожарной защиты в надлежащем состоянии и готовности к эксплуатации, а при необходимости инициировать требуемые противопожарные мероприятия.

Уровень обнаружения и тушения пожара, необходимый для СНЭЭ, зависит от размера, технологии и места установки системы, а также от количества и геометрии опасных веществ. Защита может быть как базовой, так и в соответствии с инструкцией по выбору огнетушащих материалов, количество которых необходимо поддерживать в районе установки, с инструкциями по монтажу и основными процедурами по эксплуатации и технике безопасности, а также с установкой систем пожаротушения на месте эксплуатации СНЭЭ.

Для определения уровня и типа требуемых систем обнаружения и тушения пожара для установок СНЭЭ необходимо провести оценку риска пожара с целью обеспечения соблюдения соответствующих требований по предотвращению пожаров и по противопожарной защите людей, имущества и окружающей среды. При этом могут быть применены местные нормы и правила.

Установки СНЭЭ должны быть обеспечены средствами обнаружения и тушения пожара в соответствии с расположением системы (т. е. внутри помещений и т. д.), технологией аккумулирования энергии и с применимыми нормами и правилами по установке, строительству и пожарной безопасности. Если это не предусмотрено в спецификациях СНЭЭ, руководство по выбору и установке подходящих систем обнаружения и тушения пожара должно быть предоставлено в инструкциях по установке и техническому обслуживанию СНЭЭ.

Испытание на опасность распространения пожара для СНЭЭ приведены в 8.7.

**7.4.7 Защита от термических опасностей**

7.4.7.1 Защита от воздействия опасных температурных факторов

В системе, содержащей горячие части (> 70 °С для металлических материалов и > 95 °С для неметаллических), должны быть предусмотрены теплоизоляция или соответствующие средства защиты от прикосновения к горячим частям.

Кроме того, в системе, содержащей экстремально холодные части (≤ −10 °С для металлических материалов и ≤ −25 °С для неметаллических материалов), также должны быть предусмотрены теплоизоляция или соответствующие средства защиты от прикосновения к холодным частям.

В ряде конструкций СНЭЭ при отклонении системы от нормальной работы температура в некоторых частях системы может повыситься выше нормы для этих частей. Такие части должны быть идентифицированы при анализе рисков системы в соответствии с разделом 6 и обеспечены защитой или соответствующими знаками, или и тем и другим.

Повышение температуры, вызванное отклонением от нормы эксплуатации, должно постоянно контролироваться тепловыми датчиками, а сигнализация в отношении безопасности работника должна срабатывать в соответствии с уровнем опасности, определенным в результате анализа рисков в соответствии с разделом 6. Утечка высокотемпературных жидкостей должна быть предотвращена за счет использования мер герметичной локализации, прокладки трубопроводов для нивелирования опасности и мер по обнаружению утечек для подачи сигнала тревоги при возникновении утечки высокотемпературной жидкости.

7.4.7.2 Защита чувствительных к температуре деталей

В рамках анализа рисков, предусмотренного в разделе 6, должна быть рассмотрена термическая стабильность деталей и материалов СНЭЭ, которая может повлиять на безопасность в случае их ухудшения под воздействием температуры. Идентифицированные при этом детали и материалы должны быть устойчивыми к износу в результате температурного воздействия при эксплуатации. Определение пригодности деталей и материалов для их использования в СНЭЭ следует проводить с помощью испытания, предусмотренного в 8.8.

В соответствии с анализом рисков, описанным в разделе 6, СНЭЭ должна быть снабжена системой обогрева, вентиляции и кондиционирования воздуха (СОВК) или эквивалентной системой для поддержания чувствительных к температуре частей в установленных для них пределах. Вентиляционные отверстия не должны быть закрыты другими узлами или деталями.

**7.4.8 Защита от химических опасностей**

Анализ рисков, предусмотренный в разделе 6, должен учитывать возможность опасного химического воздействия содержащихся в СНЭЭ опасных веществ. Должно быть обеспечено отсутствие выбросов или утечек опасных или токсичных веществ из СНЭЭ в зонах доступа к СНЭЭ или в окружающую среду. При этом могут быть применены местные нормы и правила.

Основной мерой предосторожности от причинения травм, вызванных опасными веществами, является локализация таких веществ.

Дополнительные меры защиты от причиненных опасными веществами травм, могут включать:

- вторую емкость или емкость, защищенную от возможности пролива с достаточной вместимостью для накопления жидкости внутри СНЭЭ;
- поддоны для удержания утечек жидкостей;
- винты с защитой от несанкционированного доступа;
- инструкции по безопасности;
- датчики и сигнализацию;
- материал, устойчивый к содержащимся в СНЭЭ химическим веществам.

Должны быть предусмотрены меры по обнаружению утечек жидкостей, токсичных газов и разливов, если это установлено в результате проведенной оценки рисков.

Трубопроводы, содержащие опасные жидкости, должны соответствовать требованиям ИСО 15649 или ASME B31.3.

Примечание — На жидкости, находящиеся под давлением ниже 105 кПа (15 фунтов на квадратный дюйм) и не являющиеся легковоспламеняющимися или токсичными, требования ИСО 15649 и ASME B31.3 не распространяются.

При наличии возможности выброса токсичных газов должны быть приняты меры по предотвращению их накопления, которые должны учитывать топографию вокруг СНЭЭ для наружных установок, конструкцию здания для внутренних установок, а также физические характеристики газа.

В рамках этих мер защиты можно использовать обнаружение токсичных газов и сигнализацию. Руководство по обнаружению токсичных газов приведено в МЭК 62990-2.

Кроме того, лица, находящиеся в районе установки, должны иметь в своем распоряжении соответствующие СИЗ на случай выброса токсичного газа, а также должны быть предусмотрены станции для промывания глаз и аварийный душ.

Рекомендации по безопасности в отношении токсичных газов приведены в МЭК 62933-5-2.

Описание испытания на соответствие для определения пригодности деталей, содержащих опасные жидкости, приведено в 8.9.

**7.4.9 Защита от опасностей на рабочем месте**

7.4.9.1 Пульты дистанционного управления и автоматическое управление

СНЭЭ, которые имеют возможность дистанционного управления, должны быть снабжены средствами отключения дистанционного управления для проведения проверки или технического обслуживания. Использование системы дистанционного управления не должно приводить к небезопасным условиям, определенным по результатам анализа опасностей системы, и не должно иметь возможности отменять локальные средства управления безопасностью. Такие же требования применяют и к локальному автоматическому управлению без вмешательства человека в ответ на возникновение заранее определенных условий.

Примечание — Даже если возможность удаленного управления отключена, может существовать необходимость в удаленном мониторинге.

7.4.9.2 Рабочее пространство

Должно быть обеспечено достаточное рабочее пространство для систем и оборудования СНЭЭ, в отношении которых при необходимости могут быть проведены осмотр, регулировка или техническое обслуживание при нахождении под напряжением. Пространство вокруг СНЭЭ должно быть достаточным, чтобы обеспечить безопасную эксплуатацию и техническое обслуживание такого оборудования. При этом могут быть применены местные нормы и правила.

Примечание — Национальный электротехнический кодекс (NEC) NFPA 70 является примером регионального кодекса, который устанавливает критерии минимального рабочего пространства на основе уровней напряжения, требуемых в США. NFPA 70E содержит рекомендации по безопасности при выполнении электромонтажных работ под напряжением, чтобы обеспечить процедуры защиты от поражения электрическим током и вспышки дуги для техников, осуществляющих техническое обслуживание электрического оборудования под напряжением.

7.4.9.3 Выход и защита от физических опасностей

СНЭЭ, расположенные в помещении или на открытом воздухе в корпусе типа «проходной», должны быть обеспечены по крайней мере одним входом достаточного размера для доступа в рабочее пространство внутри системы и выхода из него. При этом могут быть применены местные нормы и правила.

Двери, предназначенные для выхода из СНЭЭ, должны открываться в направлении наружу и изнутри должны быть оборудованы замками с ручками системы «антипаника», нажимными пластинами или другими устройствами, которые обычно запираются, но открываются при простом действии изнутри. Двери должны быть оснащены замками для предотвращения доступа неквалифицированных лиц. Двери для входа в СНЭЭ и выхода из них также должны соответствовать требованиям МЭК 60204-1.

Входы в СНЭЭ или в зоны установки должны быть ограничены для доступа только уполномоченным лицам и обозначены предупреждающими знаками, запрещающими вход неквалифицированным лицам.

Зоны доступа в СНЭЭ типа «проходные» должны быть спроектированы таким образом, чтобы предотвратить спотыкание, скольжение или падение при входе или выходе персонала, а также при его нахождении в пределах системы.

7.4.9.4 Вентиляция

СНЭЭ, устанавливаемые в помещении, и корпуса, связанные с автономными СНЭЭ, в которые могут полностью входить люди, должны быть оснащены вентиляцией для лиц, работающих в помещении или внутри СНЭЭ. Могут быть применены местные правила.

7.4.9.5 Рабочее освещение в СНЭЭ

Освещение должно быть обеспечено для всех рабочих мест в СНЭЭ. Розетки освещения должны быть расположены таким образом, чтобы лица, меняющие лампы или производящие ремонт системы освещения, не подвергались опасности из-за токоведущих деталей или другого оборудования. Руководство по освещению электрооборудования приведено в МЭК 60204-1.

Аварийное освещение и вывески могут подчиняться местным нормам.

**7.4.10 Обучение персонала**

Хорошо обученные надлежащим образом работники значительно повышают безопасность на производстве, так как любое отклонение от установленного процесса благодаря их компетенции может быть оперативно обнаружено и, следовательно, исправлено в сжатые сроки.

Работники должны проходить обучение, позволяющее им получить информацию об опасностях на рабочем месте, о тех мерах защиты, которые должны быть приняты, а также о том, как возникают различные типы опасностей и в каких именно частях рабочего места они находятся. Должны быть перечислены принимаемые меры и разъяснены действия и правильный способ работы с имеющимся оборудованием. Работники должны быть проинструктированы относительно безопасных методов работы в опасных местах или в непосредственной близости от них. Это также включает в себя пояснение значения предупредительной маркировки или разметки опасных мест и указание на то, какое мобильное рабочее оборудование может быть при этом использовано. Работники должны быть проинструктированы о том, какие СИЗ они должны носить при работе в СНЭЭ и при нахождении около нее, а также ознакомлены с имеющимися инструкциями по эксплуатации. Дополнительная информация об инструкциях по эксплуатации приведена в 9.3.1.

Работники должны пройти подготовку:

- до начала работы с СНЭЭ;
- при вводе рабочего оборудования в эксплуатацию впервые или при его изменении;

- при внедрении новых технологий.

Работники должны проходить повторное обучение через соответствующие промежутки времени. При этом следует проверять уровень восприятия работниками полученной информации.

Обязанность по прохождению обучения также распространяется в том числе на работников внешних подрядчиков. Обучение должно проводиться компетентным лицом. Следует оформлять в письменном виде записи о дате и содержании учебных мероприятий, а также данные об участниках.

### 7.5 Отключение и останов СНЭЭ

#### 7.5.1 Общие положения

Процедуры отключения и останова СНЭЭ имеют существенное значение для обеспечения безопасности во время эксплуатации, планового технического обслуживания или устранения неисправностей. Они будут зависеть от конструкции СНЭЭ, применяемых технологий (см. рисунок 7), ее энергоемкости и причин отключения и останова. Должна быть предусмотрена возможность частичного или полного отключения СНЭЭ в соответствии с ожидаемыми операциями, плановым техническим обслуживанием и действиями, необходимыми для устранения неисправностей. Также согласно 7.5.4 и 7.5.6 должно быть предусмотрено аварийное отключение СНЭЭ.

Основными обстоятельствами, которые могут потребовать условий, приводящих к отключению СНЭЭ или некоторых ее компонентов, являются:

- плановое техническое обслуживание;
- неисправность подсистемы, или компонента, или и то и другое;
- внешние ограничения;
- модернизация систем;
- окончание срока службы.

Отключение или частичное отключение может быть осуществлено в различных частях СНЭЭ, таких как:

- точка подключения к электросети;
- оборудование АС, включая трансформатор;
- коммутационное устройство (КУ);
- ППМ;
- генератор переменного тока;
- ПАЭЭ;
- вспомогательная подсистема;
- более мелкие детали в подсистемах.

В тех случаях, когда СНЭЭ имеет высокий уровень энергии или высокий уровень аккумулированного заряда, может потребоваться принятие особых мер предосторожности, определенных согласно проведенному анализу рисков в соответствии с разделом 6. Процедура отключения или останова не должна приводить к тому, что СНЭЭ становится небезопасной.

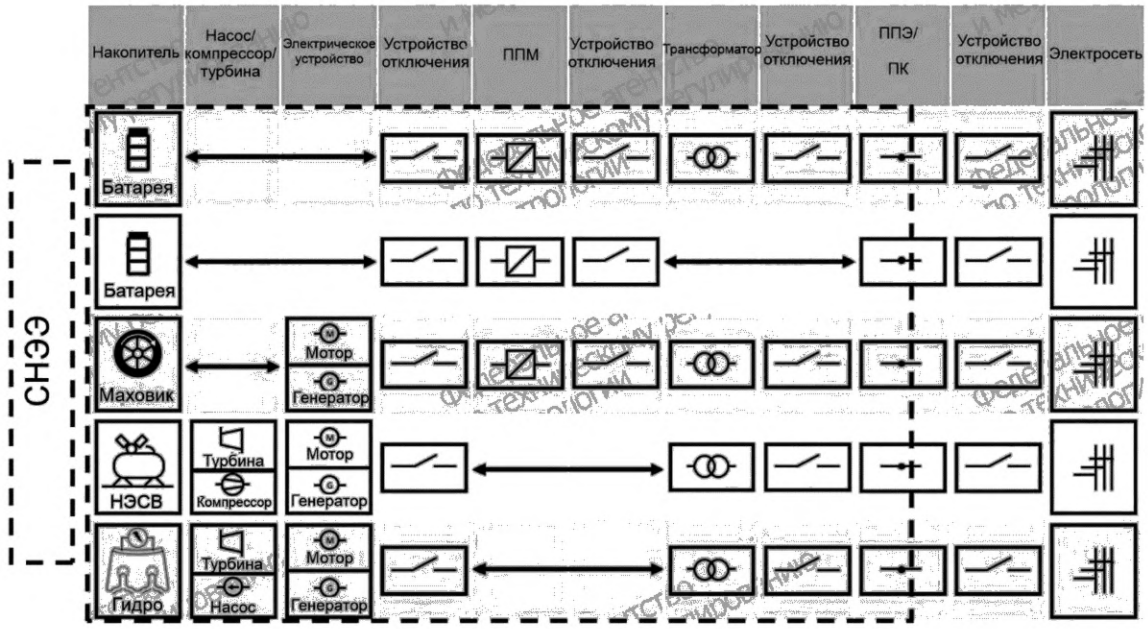



Рисунок 6 — Примеры различных архитектур СНЭЭ

Как показано на рисунке 7, КУ расположены по-разному для каждой технологии. Последовательность открытия КУ зависит от технологии.

**7.5.2 Отключенное от сети состояние**

В отключенном от сети состоянии СНЭЭ будет электрически отделена от локальной электрической сети. СНЭЭ должна быть снабжена КУ, которое разъединяет незаземленные проводники между основной подсистемой СНЭЭ и основной точкой подключения к электросети. Если КУ на СНЭЭ не установлено, в инструкции по установке должна быть указана информация об отключении, в которой указывают:

- тип и номинал средств разъединения;
- что разъединительные средства должны быть расположены там, где они доступны и находятся в поле зрения СНЭЭ;
- что разъединительные средства должны быть снабжены маркировкой или знаками для опознавания;
- номинальное выходное напряжение СНЭЭ;
- доступный ток короткого замыкания.

**7.5.3 Остановленное состояние**

Когда СНЭЭ отключена и ПАЭЭ не подключена к ППМ, СНЭЭ считают остановленной. В этом состоянии ПАЭЭ может находиться под напряжением и, как правило, не может быть обесточена без значительных повреждений. В остановленном состоянии часть вспомогательной подсистемы остается включенной, так как она содержит критически важные подсистемы для безопасности и мониторинга.

**7.5.4 Останов СНЭЭ**

Останов СНЭЭ — это команда для перевода СНЭЭ в остановленное состояние.

В соответствии с анализом рисков системы (раздел 6), СНЭЭ должна быть обеспечена средствами как для нормального, так и для аварийного отключения.

Условия, которые можно безопасно контролировать или которые не представляют непосредственной опасности, могут быть исправлены путем нормального отключения СНЭЭ.

Когда напряжение, ток, температура, давление, скорость вращения и т. д. превышают безопасный предел, может произойти опасное событие, например в результате неисправности компонента системы или ошибки связи. Аномальные условия эксплуатации, которые могут привести к опасному событию, должны быть выявлены и обработаны для инициирования аварийного отключения. Предполагается, что при срабатывании отключения СНЭЭ возвратится в безопасное состояние. Функция отключения СНЭЭ должна быть обеспечена средствами, позволяющими гарантировать скоординированное от-

ключение всех необходимых частей системы, а также оборудования, расположенного выше или ниже СНЭЭ, если продолжение работы может быть опасным.

СНЭЭ отключается с помощью соответствующего(их) КУ или при принятии других альтернативных мер.

**7.5.5 Частичное отключение**

Конструкция СНЭЭ может допускать разъединение составных частей СНЭЭ по отдельности, если это целесообразно, и если это определено в соответствии с оценкой рисков согласно разделу 6. Может быть предусмотрена возможность отсоединения только тех деталей, с которыми предстоит работать, чтобы обеспечить безопасный доступ к ним. Тем не менее следует учитывать риски, связанные с отдельными подсистемами, смежными с теми, над которыми ведется работа. В случае правильно спроектированных множественных ПАЭЭ отдельные подсистемы могут быть отключены для их безопасной работы, в то время как СНЭЭ может оставаться в рабочем состоянии.

Для некоторых СНЭЭ, в которых сложно обесточить ПАЭЭ (например, СНЭЭ, включающие электрохимические подсистемы аккумулирования энергии), опасности должны быть сведены к минимуму при проектировании системы.

Примечание — В случае маховичного аккумулятора возможен его останов при подаче энергии в электрическую сеть или на другие блоки системы. Такая процедура будет способствовать минимизации времени, в течение которого система находится в опасной ситуации.

**7.5.6 Рекомендации по оборудованию для аварийного останова**

Функция аварийного останова должна быть встроена в СНЭЭ во избежание возникновения опасных ситуаций, которые не могут быть предотвращены с помощью других органов управления, как это определено при анализе рисков системы. Эта функция должна:

- остановить опасное состояние, не создавая дополнительных опасностей;
- инициировать или разрешить инициирование определенных защитных действий, при необходимости;
- переопределить те функции и операции, которые будут признаны необходимыми в результате анализа рисков;
- быть оснащена блокировками повторного запуска для предотвращения случайного перезапуска;
- возвратиться к нормальному режиму работы только после того, как блокировки при перезапуске были намеренно сброшены.

Ручные аварийные остановы, если это требуется по результатам проведенного анализа рисков, должны быть идентифицируемыми, четко видимыми и доступными в соответствии с ИСО 13850. При этом может быть применено местное регулирование.

В случае сбоя в логике системы управления или отказа или повреждения технических средств системы управления должны быть выполнены следующие требования системы:

- после подачи команды на аварийный останов СНЭЭ не должна допускать прерывания последовательности ее отключения;
- защитные устройства должны оставаться полностью эффективными;
- СНЭЭ не должна повторно подключаться или перезапускаться самотоятельно.

Если защитное устройство или блокировка вызывают аварийный останов СНЭЭ по причинам безопасности, то сообщение об этом должно быть направлено в логическую систему управления. Активация и сброс функции останова не должны приводить к возникновению каких-либо опасных условий, определенных при проведении анализа рисков системы и испытаний неисправностей в соответствии с разделом 8. Системы управления или контроля, которые могут безопасно работать в опасной ситуации, допускается оставить под напряжением для предоставления информации о системе.

### 7.6 Кибербезопасность

Кибербезопасность важна не только для удаленного мониторинга и управления, но и для системы, подключенной к Интернету. Серия стандартов МЭК 62443 содержит рекомендации и критерии кибербезопасности.

СНЭЭ промышленного или коммунального масштаба, подключенные к Интернету, должны быть обеспечены защитой от кибератак согласно требованиям МЭК 62443-3-3 или иного соответствующего стандарта. Уровень защищенности от кибератаки определяют при анализе рисков.

### 7.7 Удаленный мониторинг и работа в автоматическом режиме

Для эффективного выполнения профилактического обслуживания необходимо регулярно контролировать систему, и в большинстве случаев это делается удаленно. Мониторинг частоты предупреждений о состоянии параметров СНЭЭ, таких как эффективность системы или температура, может быть ранним индикатором неисправности подсистемы или ее компонентов.

Необходимо рассмотреть возможность внедрения системы дистанционного мониторинга с целью проверки безопасности работы СНЭЭ. Данные, автоматически предоставляемые СНЭЭ или посредством запроса, могут помочь оценить состояние ее работоспособности и остаточный срок службы ее компонентов. Диагностика осуществляется путем наблюдения за изменением характеристик (например, СНЭЭБ) или изменениями в эволюции измеряемых параметров. Эти данные должны быть своевременно переданы посредством информационной сети.

В случае дистанционного мониторинга надежность контролируемого значения имеет существенное значение для обеспечения безопасности СНЭЭ. При этом учитывают обнаружение неисправности измерительной системы и погрешность измеренной величины.

При работе без участия оператора в СНЭЭ должен быть предусмотрен механизм самостоятельного контроля, обнаружения аномальных условий и автоматического перехода в безопасное состояние.

Для СНЭЭ с дистанционным мониторингом и управлением для предотвращения непредвиденных условий большое значение имеют схемы профилактического обслуживания.

Испытание на определение надежности дистанционного мониторинга приведено в 8.11.

## 8 Испытания системы

### 8.1 Общие положения

Для того чтобы подтвердить конструкцию СНЭЭ и надлежащую реализацию и функциональность механизмов безопасности, выявленных в ходе анализа рисков, необходимо оценить реакцию СНЭЭ на потенциальные условия отказа. Верификацию и валидацию компонентов следует проводить на основе анализа безопасности на уровне системы в соответствии с разделом 6.

Кроме того, СНЭЭ должна иметь подсистему, связанную с безопасностью (ПСБ), оцененную по соответствующим функциональным стандартам безопасности согласно 6.3.4.1.

Примечание 1 — Компоненты СНЭЭ могут быть спроектированы, проверены и валидированы на основе других стандартов МЭК, например: литий-ионные батареи СНЭЭ могут соответствовать требованиям МЭК 62619, но считают, что интеграция системы может привести к возникновению дополнительных рисков. Анализ рисков на уровне системы представлен в 6.3.

Компоненты системы, используемые для интеграции, и любые сбои в работе связи не должны влиять на безопасность на уровне системы.

Примечание 2 — Различные компоненты системы могут влиять друг на друга. Например, электромагнитный шум, вызванный ППМ, может привести к неисправности центрального процессора (ЦП) управления накопителем энергии и повлиять на его работу. Помехоустойчивость компонентов СНЭЭ должна удовлетворять требованиям стандартов серии МЭК 61000, но существует вероятность того, что один из компонентов системы может выйти из строя из-за помех, вызванных ППМ. Кроме того, может произойти случайная неисправность компонентов.

СНЭЭ включает в себя основную, вспомогательную и управляющую подсистемы, как показано на рисунке 7. Каждая подсистема содержит различные компоненты. Кроме того, в СНЭЭ существуют внутренние линии связи между этими компонентами, линии мониторинга и линии сигнализации управления.

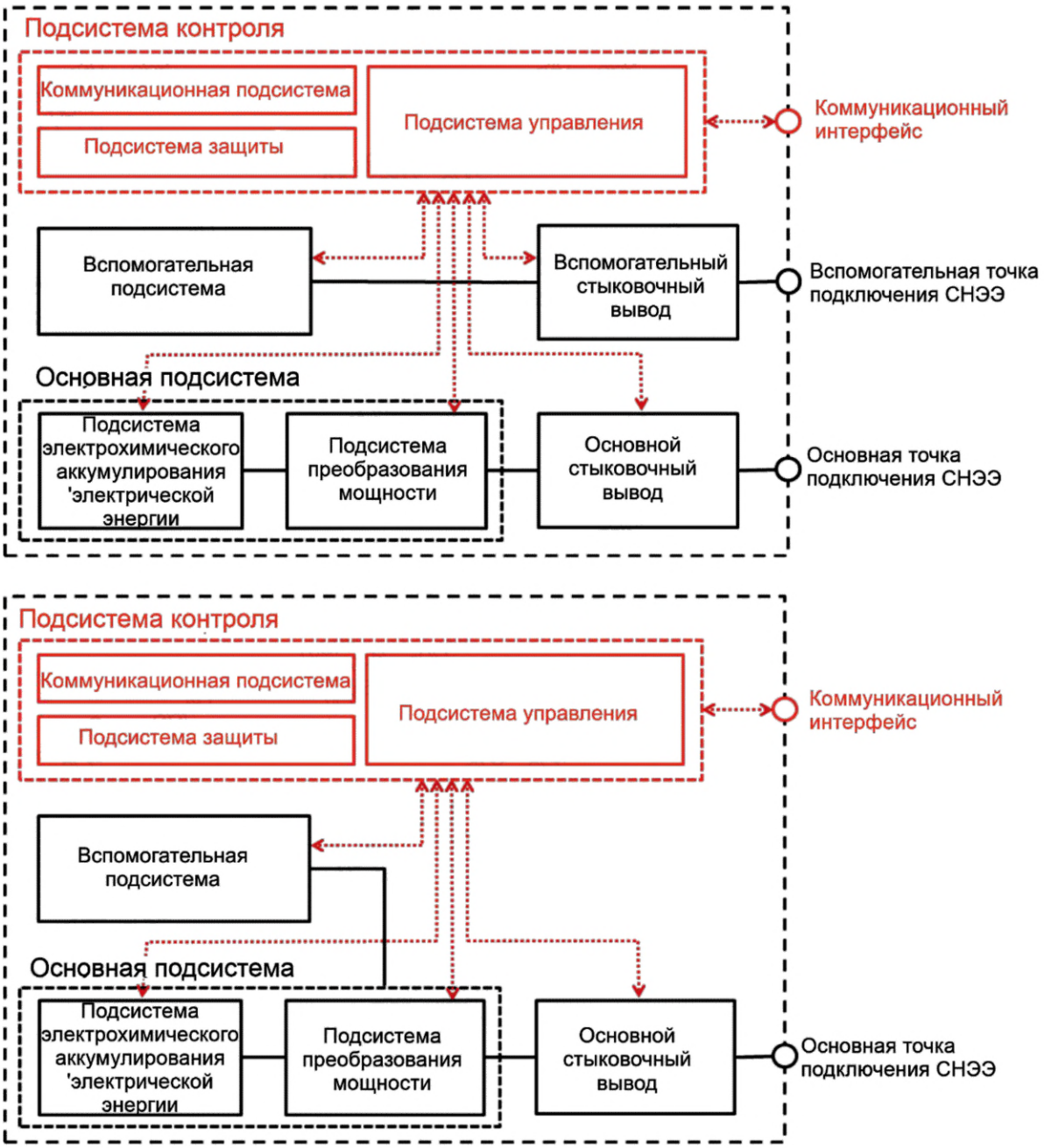



Рисунок 7 — Архитектура СНЭЭ в двух основных конфигурациях СНЭЭ

Испытательное оборудование, помещения или испытательная среда на месте должны соответствовать целям испытаний, возможным результатам испытаний, размеру выборки и характеристикам.

При проведении испытаний для защиты персонала должно быть обеспечено наличие соответствующих СИЗ, стандартных рабочих процедур и средств.

Должны быть предусмотрены стандартные процедуры безопасного накопления, обработки, эксплуатации, испытаний и удаления испытуемых образцов.

Образцы, используемые для испытаний, должны быть репрезентативными для производственных образцов. Испытания могут быть проведены на узлах в том случае, если доказано, что они являются репрезентативными для всей СНЭЭ и удовлетворяют конкретным целям испытаний.

Должна быть изучена возможность проведения испытаний в полном масштабе СНЭЭ. Если это недостижимо, испытания должны быть выполнены на уровне узлов или путем технической оценки, моделирования или расчета.

Если в методах испытаний не указано иное, испытания проводят при температуре окружающей среды в диапазоне, указанном для СНЭЭ. Условия окружающей среды во время испытания документируют для каждого испытания.

Предельные условия считают достигнутыми, когда либо механизмы защиты, определенные при анализе рисков СНЭЭ, срабатывают так, как задумано для приведения системы в безопасное состояние, либо возникают условия несоответствия, определенные для конкретного метода испытаний.

### 8.2 Валидация и испытания СНЭЭ. Опасность поражения электрическим током

#### 8.2.1 Общие положения

Испытание батарейной (электрохимической) СНЭЭ (СНЭЭБ) должно быть проведено относительно опасности поражения электрическим током в соответствии с МЭК 62933-5-2.

Для СНЭЭ категории V-H подход к электробезопасности в отношении опасностей поражения электрическим током должен быть подтвержден в соответствии с МЭК 61936-1, МЭК 61936-2 или МЭК 60204-11. Любые испытания, которые требуются для СНЭЭ V-H, следует проводить под надзором компетентного лица, ознакомленного с конструкцией системы.

#### 8.2.2 Доступ к опасным токоведущим частям

a) Цель.

СНЭЭ должна быть сконструирована таким образом, чтобы предотвращать прямой доступ к опасным токоведущим частям.

Примечание — Опасные токоведущие детали — детали, которые находятся под напряжением выше предельных значений ЗСНН или БСНН, как определено в МЭК 60364-4-41.

Анализ состояния СНЭЭБ должен быть проведен в соответствии с МЭК 62933-5-2 в отношении доступа к частям, находящимся под напряжением.

b) Требование.

В соответствии с 7.4.1.2 и МЭК 60529 в результате применяемого метода защиты не должно быть доступа к опасным токоведущим частям.

c) Метод.

Эффективность мер безопасности, используемых для предотвращения доступа пользователя к токоведущим частям, должна быть проверена в соответствии с требованиями к корпусу IPXXB или IP2X согласно МЭК 60529.

#### 8.2.3 Защита от воздействия влаги и загрязнения окружающей среды

a) Цель.

Испытание предназначено для оценки пригодности корпусов для предотвращения попадания влаги, которая может повлиять на безопасность в соответствии с планируемой установкой (например, использование на открытом воздухе), а также для борьбы с попаданием загрязняющих веществ в виде пыли, если это указано в установке СНЭЭ.

Анализ состояния СНЭЭБ должен быть проведен с МЭК 62933-5-2 на предмет проникновения.

b) Требование.

Корпус должен соответствовать указанному классу IP для проникновения влаги в СНЭЭ согласно 7.4.1.3. Не должно быть смачивания токоведущих частей или следов диэлектрического пробоя.

c) Метод.

Корпуса СНЭЭ должны соответствовать своему классу IP по проникновению влаги и загрязнению согласно МЭК 60529. По завершении воздействия СНЭЭ должна быть подвергнута испытанию на устойчивость к диэлектрическому напряжению, установленному в 8.2.4.2, и обследована на предмет попадания влаги или загрязнений, которые могут создать опасность.

Для тех наружных установок, на которые может воздействовать влага, минимальный класс защиты IP должен составлять IPX4.

Для установки СНЭЭ с возможным воздействием загрязнения в виде пыли минимальный класс защиты IP должен составлять IP5X.

Имеются два исключения:

- исключение 1. Можно использовать другой метод оценки проникновения влаги и пыли (например, рейтинг типа NEMA), если он указан для корпуса;

- исключение 2. Корпус СНЭЭ испытан и обследован на предмет проникновения влаги в соответствии с требованиями изготовителя и монтажными спецификациями, поэтому необходимость проведения испытаний отсутствует.

**8.2.4 Испытания на электрическую изоляцию и защиту от поражения электрическим током**

8.2.4.1 Общие положения

Для определения соответствия критериям электроизоляции и защиты от поражения электрическим током согласно 7.4.1.4 следует провести нижеприведенные испытания.

Анализ состояния СНЭЭБ должен быть проведен в соответствии с МЭК 62933-5-2. Системы силовых электронных преобразователей должны оцениваться в соответствии:

- с МЭК 62477-1, МЭК 62909-1 и МЭК 62909-2, если применимо, или МЭК 62109-1 и МЭК 62109-2, если применимо в случае СНЭЭ категории V-L;
- МЭК 62477-2 в случае СНЭЭ категории V-H;
- испытаниями как часть СНЭЭ в соответствии с 8.2.4.2—8.2.4.6.

8.2.4.2 Испытание на диэлектрическую стойкость

a) Цель.

Электрическая изоляция СНЭЭ, включая расстояния утечки и зазора, должна быть достаточной для предотвращения разрушения изоляции из-за возможного скачка напряжения.

В диэлектрических испытаниях на стойкость к напряжению анализ состояния СНЭЭБ должен быть проведен по МЭК 62933-5-2.

b) Требование.

При воздействии испытательных напряжений не должно быть признаков пробоя диэлектрика.

c) Метод.

Диэлектрическое испытание на СНЭЭ следует проводить в соответствии с испытанием МЭК 60664-1:2020 (6.5).

8.2.4.3 Устойчивость к импульсному напряжению

a) Цель.

СНЭЭ должна быть защищена от импульсов напряжения, которые могут возникнуть внутри СНЭЭ из-за удара молнии, или от скачков напряжения, что может привести к нарушению изоляции.

Анализ состояния СНЭЭБ в отношении импульсных испытаний должен быть проведен по МЭК 62933-5-2.

b) Требование.

СНЭЭ должна безопасно выдерживать подаваемые импульсные уровни напряжения.

c) Метод.

Испытание на устойчивость к импульсному напряжению следует проводить в соответствии с импульсным испытанием, установленном в МЭК 60664-1:2020, 6.2.2.1.

8.2.4.4 Сопротивление изоляции

a) Цель.

Электрическая изоляция должна обладать достаточным сопротивлением для защиты от возможного поражения электрическим током.

Анализ состояния СНЭЭБ в отношении испытания на сопротивление изоляции должен быть проведен по МЭК 62933-5-2.

b) Требование.

Измерения сопротивления изоляции должны соответствовать предельным значениям, установленным в МЭК 60364-6:2016, таблица 6.1, или превышать их.

c) Метод.

Испытание на сопротивление изоляции следует проводить методами, указанными в МЭК 60364-6:2016, 6.4.3.3 и 6.4.3.4.

8.2.4.5 Испытание заземления и соединений системы

a) Цель.

Цепь заземления СНЭЭ должна иметь достаточно низкое сопротивление, чтобы предотвратить опасность в случае неисправности.

Анализ состояния систем заземления СНЭЭБ и соединений должен быть проведен в соответствии с МЭК 62933-5-2.

b) Требование.

Импеданс цепи соединения (импеданс петли замыкания на землю) в измеряемых зонах должен быть достаточно низким для обеспечения защиты согласно требованиям МЭК 60364-4-41:2005 и МЭК 60364-4-41:2005/AMD1:2017, 415.2.

c) Метод.

Сопротивление системы заземления и соединения СНЭЭ должно быть подтверждено в соответствии с методами, указанными ниже. Измерения следует проводить между любыми двумя точками заземления СНЭЭ согласно МЭК 60364-4-41:2005 и МЭК 60364-4-41:2005/AMD1:2017, 415.2.

8.2.4.6 Защита от замыкания на землю

a) Цель.

Если в результате оценки риска будет установлено, что требуется система контроля и защиты от замыкания на землю, защита от замыкания на землю должна предотвратить опасное состояние при замыкании на землю.

Анализ состояния системы защиты от замыкания на землю СНЭЭБ должен быть проведен в соответствии с МЭК 62933-5-2.

b) Требование.

В результате применяемых неисправностей защита от замыкания на землю СНЭЭ должна предотвратить опасное состояние повреждения СНЭЭ. Механизмы защиты должны работать в соответствии с проектом.

c) Метод.

После установки СНЭЭ должна быть испытана во время нормальной зарядки со следующем событием неисправности:

- короткое замыкание между одной фазной линией и землей резистивным устройством с сопротивлением 50 мОм.

**8.2.5 Испытание на защиту от работы за пределами нормального рабочего диапазона**

8.2.5.1 Общие положения

a) Цель.

СНЭЭ должна быть снабжена защитными механизмами, предотвращающими ее выход за пределы нормальных диапазонов, если это условие может привести к возникновению опасности, как указано в 7.4.1.5.

Анализ состояния СНЭЭБ в отношении типовых испытаний защиты от работы за пределами нормального рабочего диапазона должен быть проведен в соответствии с МЭК 62933-5-2.

b) Требование.

Защитные механизмы должны функционировать таким образом, чтобы предотвратить выход СНЭЭ из нормального диапазона, что может привести к опасному состоянию.

Все функции ПАЭЭ должны быть полностью функциональными, как это предусмотрено в ходе испытания.

c) Метод.

Чтобы определить, функционируют ли защитные механизмы должным образом для предотвращения опасного состояния СНЭЭ, ее подвергают смоделированным условиям вне нормального диапазона параметров, определенных в результате анализа рисков. Эти условия могут быть повышенными или пониженными температурами, превышением тока или другими параметрами, выходящими за рамки нормы, в зависимости от технологии СНЭЭ.

8.2.5.2 Защита от перегрузки и короткого замыкания

СНЭЭ должна быть защищена от перегрузки и короткого замыкания на всех выходных и соединительных клеммах, на которые может подаваться питание, как указано ниже:

a) выходные клеммы AC или DC СНЭЭ, включая выходной кабель при их применении;

b) выходные клеммы каждой ППМ, включая выходные кабели при их применении;

c) выходная клемма каждой ПАЭЭ, включая любые соединительные кабели и шины, до устройства защиты от перегрузки по току в ППМ;

d) выходные клеммы любых модулей ПАЭЭ, которые будут соединены между собой в полевых условиях, с соединительными кабелями или без них.

Перед испытанием на перегрузку или короткое замыкание ПАЭЭ должна быть полностью заряжена, а входной вывод СНЭЭ должен быть подключен по назначению.

8.2.5.3 Испытание на перегрузку

a) Цель.

СНЭЭ должна быть обеспечена защитой от перегрузки для всех выходных выводов, если в результате оценки риска будет установлено, что эта защита от перегрузки необходима для предотвращения опасного условия перегрузки.

Анализ состояния электрохимической СНЭЭБ для защиты от опасностей перегрузки должен быть проведен в соответствии с МЭК 62933-5-2.

Это испытание не распространяется на СНЭЭ в тех случаях, когда защита от перегрузки встроена в некоторые компоненты (например, в ППМ) и проверена согласно соответствующим стандартам компонентов, а состояние перегрузки, проверенное в компонентах, может быть репрезентативным для условия перегрузки в СНЭЭ.

b) Требование.

Предусмотренные средства защиты от перегрузки должны действовать для предотвращения опасного состояния. В результате испытания на перегрузку не должно произойти возгорания или взрыва СНЭЭ.

c) Метод.

Для каждого выхода DC положительная(ый) клемма/проводник и отрицательная(ый) клемма/проводник выхода должны быть перегружены на 135 % номинального тока основного защитного устройства для этого выхода DC с использованием подходящей нагрузки до тех пор, пока температура СНЭЭ не станет стабильной, или любое защитное устройство не выключит испытуемый выход DC и температура СНЭЭ не вернется к значению температуры окружающей среды.

Для каждого выхода AC провод под напряжением и нейтраль выхода должны быть перегружены по одному на 135 % номинального тока основного защитного устройства для этого выхода AC с использованием подходящей нагрузки до тех пор, пока температура СНЭЭ не станет стабильной, или любое защитное устройство не выключит испытуемый выход AC и температура СНЭЭ не вернется к значению температуры окружающей среды.

8.2.5.4 Испытание на короткое замыкание

a) Цель.

СНЭЭ должна быть обеспечена защитой от короткого замыкания для каждого выходного вывода, если в результате оценки риска будет установлено, что эти защиты от короткого замыкания необходимы для предотвращения опасного короткого замыкания.

Анализ состояния СНЭЭБ должен быть проведен в соответствии с МЭК 62933-5-2 на предмет защиты от опасности короткого замыкания.

Это испытание не распространяется на СНЭЭ в тех случаях, когда защита от короткого замыкания встроена в некоторые компоненты (например, в ППМ) и проверена согласно соответствующим стандартам на компоненты, а состояние короткого замыкания, проверенное в компонентах, может быть репрезентативным для состояния короткого замыкания в СНЭЭ.

b) Требование.

Защита от короткого замыкания должна работать для предотвращения повреждения СНЭЭ в опасных условиях.

c) Метод.

Для каждого выхода DC положительную(ый) клемма/проводник и отрицательную(ый) клемму/проводник замыкают накоротко с сопротивлением не более 50 мОм до тех пор, пока температура СНЭЭ не станет стабильной или какое-либо защитное устройство не выключит испытуемый выход DC и температура СНЭЭ не вернется к значению температуры окружающей среды.

Для каждого выхода AC токовые и нейтральные проводники выхода, две фазные линии выхода, при их наличии, замыкают накоротко по одному с сопротивлением не более 50 мОм до тех пор, пока температура СНЭЭ не станет стабильной или любое защитное устройство не выключит испытуемый выход AC и температура СНЭЭ не вернется к значению температуры окружающей среды.

**8.2.6 Защита от обособления**

a) Цель.

СНЭЭ, которые не предназначены для работы в изолированном режиме, должны быть сконструированы таким образом, чтобы предотвратить такое рабочее состояние в соответствии с 7.4.1.7.

Если это испытание проводилось в качестве типового испытания на ППМ, необходимость повторять это испытание на СНЭЭ отсутствует.

b) Требование.

СНЭЭ должна быть отключена в соответствии с требованиями стандарта, используемого для ее оценки. Могут быть применены местные правила в отношении защиты от секционирования.

c) Метод.

Испытание на непреднамеренное обособление следует проводить в соответствии с МЭК 62116:2014, раздел 6, или IEEE Std 1547.1TM-2020, 5.10, или другим методом. Могут быть применены местные правила по борьбе с обособлением.

### 8.3 Валидация и испытания СНЭЭ. Механические опасности

#### 8.3.1 Ударопрочность корпуса

a) Цель.

Корпус СНЭЭ с целью предотвращения доступа к опасным частям и защиты внутренней изоляции должен обладать достаточной ударной прочностью при проведении испытаний.

Это испытание проводят в отношении СНЭЭ, расположенной в зоне неограниченного доступа.

Анализ состояния СНЭЭБ для испытания на удар проводят в соответствии с МЭК 62933-5-2.

b) Требование.

В результате действия силы удара не должно быть повреждений, которые могли бы привести к воздействию опасных частей, как это определено с помощью шарнирного зонда в соответствии с 8.2.2, и не должно быть каких-либо признаков диэлектрического пробоя.

c) Метод.

Испытания корпусов СНЭЭ, расположенных в зоне с неограниченным доступом, должны быть проведены в соответствии с МЭК 62477-1:2022, 5.2.2.4.3. После приложения силы корпус осматривают на предмет наличия признаков повреждения, которые могут привести к доступу к опасным частям или ослаблению защитных барьеров, а в случае образования отверстий с использованием метода, описанного в 8.2.2.

Для определения повреждений изоляции или уменьшения путей утечки и зазоров проводят испытание на устойчивость к диэлектрическому напряжению в соответствии с 8.2.4.2.

#### 8.3.2 Прочность корпуса по отношению к статической силе

a) Цель.

Корпус СНЭЭ с целью предотвращения доступа к опасным частям и защиты внутренней изоляции должен обладать достаточной прочностью к статическим силам при испытании.

Это испытание применяют к СНЭЭ, расположенной в зоне неограниченного доступа.

Исключение. Это испытание может быть отменено для СНЭЭ с корпусом, обладающим достаточной прочностью, чтобы противостоять статической силе, на основе анализа рисков для безопасности.

Испытание СНЭЭБ на статическую силу должно быть проведено в соответствии с МЭК 62933-5-2.

b) Требование.

В результате действия статической силы не должны происходить повреждения, которые могут привести к воздействию опасных частей при приложении шарнирного щупа в соответствии с 8.2.2, и должны отсутствовать признаки диэлектрического пробоя.

c) Метод.

Корпуса СНЭЭ, расположенные в зоне с ограниченным доступом, должны быть испытаны в соответствии с МЭК 62477-1:2022, 5.2.2.4.2.3. После приложения силы корпус осматривают на предмет наличия признаков повреждения, которые могут привести к доступу к опасным частям или ослаблению защитных барьеров, а в случае образования отверстий с использованием метода, описанного в 8.2.2.

Для определения повреждений изоляции или уменьшения путей утечки и зазоров проводят испытание на устойчивость к диэлектрическому напряжению в соответствии с 8.2.4.2.

#### 8.3.3 Локализация опасных движущихся частей

Испытания СНЭЭ с опасной кинетической энергией, такие как системы маховичного аккумулирования энергии, должны быть проведены в соответствии с приложением С.

#### 8.3.4 Испытание на надежность средств крепления и рукоятки

a) Цель.

Это испытание относится к СНЭЭ с ручками для переноски или с монтажными средствами, такими как стойка в сборе, которая должна выдерживать массу поддерживаемых деталей для предотвращения опасности, определенной по результатам анализа рисков.

СНЭЭБ испытывают в соответствии с МЭК 62933-5-2.

b) Требование.

В результате приложенного усилия не должно быть повреждений монтажного устройства или опорной конструкции и крепежных средств при испытании при воздействии силы, аналогичной поддерживаемому грузу с некоторым дополнительным коэффициентом запаса прочности. В результате приложенного усилия не должно быть повреждений ручек или средств крепления ручек или крепления испытуемого оборудования (ИО).

c) Метод.

Для настенного оборудования или других опорных конструкций сила, равная четырехкратной массе частей СНЭЭ, которые предполагается поддерживать при монтаже, прикладывается к центру монтажа или опорной конструкции в направлении вниз. Продолжительность воздействия усилия составляет 1 мин.

Для деталей СНЭЭ с ручкой(ами) для переноски ИО должно поддерживаться ручками для переноски, и усилие, равное четырехкратной массе ИО, прилагают в направлении вниз. Если предусмотрено более одной ручки для переноски ИО, то добавленная масса должна быть распределена между ручками.

**8.3.5 Удары и вибрация при транспортировании и сейсмических событиях**

Удар и вибрация во время транспортирования и сейсмических событий должны быть приняты во внимание, насколько это уместно, в частности при транспортировании СНЭЭ. Испытания СНЭЭБ на воздействие этих опасностей должны быть проведены в соответствии с МЭК 62933-5-2.

### 8.4 Валидация и испытание СНЭЭ. Опасность жидкостей (высокая или низкая температура, высокое давление, легковоспламеняющиеся, коррозионные, едкие или токсичные)

**8.4.1 Общие положения**

Эти испытания применимы к СНЭЭ, содержащим жидкости, находящиеся под давлением 103 кПа или выше, с температурой жидкости выше 50 °С, ниже или равной минус 10 °С для металлических и минус 25 °С для неметаллических материалов, а также к СНЭЭ, содержащим легковоспламеняющиеся, коррозионные, едкие (pH ≤ 2 или pH ≥ 12,5) или токсичные жидкости.

Для тех деталей, которые соответствуют применимым местным нормам (например, директивам по давлению), необходимость проводить эти испытания отсутствует.

**8.4.2 Испытание на прочность деталей, содержащих опасные жидкости**

a) Цель.

Детали, содержащие опасные жидкости, указанные в таблице 2, должны обладать достаточной прочностью для предотвращения опасностей. Эти параметры могут варьироваться в зависимости от применимых нормативных требований.

b) Требование.

В результате испытания на герметичность не должно быть разрушений, деформаций, разрывов или других повреждений деталей, содержащих жидкость.

c) Метод.

Части СНЭЭ, содержащие опасные среды (газы или жидкости), должны быть подвергнуты испытанию на гидростатическую прочность, в 1,5 раза превышающую проектное давление системы, в течение 1 мин после достижения максимального давления. Давление следует постепенно увеличивать до тех пор, пока не будет достигнуто максимальное давление за время приблизительно 1 мин с использованием либо жидкости, применяемой в системе, либо воды. Испытание проводят при комнатной температуре окружающей среды.

В качестве альтернативного метода части СНЭЭ, содержащие опасную среду, могут быть подвергнуты испытанию на пневматическую прочность, в 1,3 раза превышающую проектное давление системы, в течение 1 мин после достижения максимального давления. Давление следует постепенно увеличивать до тех пор, пока не будет достигнуто максимальное давление за время приблизительно 1 мин с использованием либо воздуха, либо инертного газа. Испытание проводят при комнатной температуре окружающей среды.

Таблица 2 — Параметры испытания на прочность

| Опасность попадания жидкости | Метод испытания | Испытуемый параметр[a] |
|---|---|---|
| Легковоспламеняющиеся, коррозионные/едкие[e] или токсичные | Гидростатический | 1,5 × проектное давление |
| | Пневматический | 1,3 × проектное давление |
| Высокая температура[b] | Гидростатический | 1,5 × проектное давление |
| | Пневматический | 1,3 × проектное давление |
| Низкая температура[c] | Гидростатический | 1,5 × проектное давление |
| | Пневматический | 1,3 × проектное давление |
| Высокое давление[d] | Гидростатический | 1,5 × проектное давление |
| | Пневматический | 1,3 × проектное давление |

[a] Термин «проектное давление» означает максимальное давление, которое система может достичь при всех рабочих параметрах, определяемых с помощью рабочего давления устройства сброса давления.

[b] Температура не должна превышать 50 °С.

[c] Температура менее или равна минус 10 °С для металлических материалов и минус 25 °С для неметаллических материалов.

[d] Давление более или равно 105 кПа.

[e] Коррозионное вещество определяют как все, что имеет pH, менее или равный 2, или pH, более или равный 12,5.

**8.4.3 Испытание на утечку из деталей, содержащих опасные жидкости**

a) Цель.

Детали, содержащие опасные жидкости, указанные в таблице 3, должны быть сконструированы таким образом, чтобы предотвращать опасность утечки. Эти параметры могут варьироваться в зависимости от применимых нормативных требований.

b) Требование.

В результате испытания на герметичность не должно быть разрушений, деформаций, разрывов или других повреждений деталей, содержащих жидкость, а также не должно быть каких-либо признаков утечки.

Если в ходе данного испытания будут обнаружены признаки утечки, для предотвращения опасной концентрации горючих веществ с целью поддержания концентрации, меньшей или равной 25 % нижнего предела воспламеняемости (НПВ), при локализации легковоспламеняющихся жидкостей предполагается использование механической вентиляции, а также необходимо дополнительно провести испытание на оценку механической вентиляции по 8.5.2.

c) Метод.

Части СНЭЭ с опасными жидкостями (газами или жидкостями) подвергают испытанию на гидростатическую утечку, при давлении в 1,5 раза превышающем максимальное рабочее давление системы, в течение 1 мин после достижения максимального давления. Давление следует постепенно увеличивать до тех пор, пока не будет достигнуто максимальное давление примерно через 1 мин с использованием либо жидкости, применяемой в системе, либо воды. Испытание проводят при комнатной температуре окружающей среды.

Признаки утечки при проведении испытания на гидростатическую утечку должны определяться по визуальным признакам наличия жидкости на соединениях трубопроводов или в других местах потенциальной утечки или по признакам падения давления в течение 1 мин периода выдержки.

В качестве альтернативного метода вышеуказанные части СНЭЭ могут быть подвергнуты испытанию на пневматическую утечку давления, в 1,3 раза превышающую максимальное рабочее давление системы, в течение 1 мин после достижения максимального давления. Давление следует постепенно увеличивать до тех пор, пока не будет достигнуто максимальное давление примерно за 1 мин с использованием либо воздуха, либо инертного газа. Испытание проводят при комнатной температуре окружающей среды.

Признаки утечки при проведении пневматического испытания на утечку должны определяться с помощью либо жидкостей для обнаружения утечек в местах соединения трубопроводов и других зонах потенциальной утечки, либо наличия признаков падения давления в течение 1 мин периода выдержки.

Таблица 3 — Параметры испытания на герметичность

| Опасность попадания жидкости | Тип испытания | Испытуемый параметр[a] |
|---|---|---|
| Легковоспламеняющиеся, коррозионные[e] или токсичные | Гидростатический | В 1,5 раза более максимального рабочего давления |
| | Пневматический | В 1,3 раза более максимального рабочего давления |
| Высокая температура[b] | Гидростатический | В 1,5 раза более максимального рабочего давления |
| | Пневматический | В 1,3 раза более максимального рабочего давления |
| Низкая температура[c] | Гидростатический | В 1,5 раза более максимального рабочего давления |
| | Пневматический | В 1,3 раза более максимального рабочего давления |
| Высокое давление[d] | Гидростатический | В 1,5 раза более максимального рабочего давления |
| | Пневматический | В 1,3 раза более максимального рабочего давления |

[a] Термин «максимальное рабочее давление» — это максимальное давление, которое система может достичь при всех условиях нормальной эксплуатации.

[b] Температура не должна превышать 50 °С.

[c] Температура ниже или равна минус 10 °С для металлических материалов и минус 25 °С для неметаллических материалов.

[d] Давление более или равно 105 кПа.

[e] Коррозионное вещество определяют как все, что имеет pH, меньше или равный 2, или pH, более или равный 12,5.

**8.4.4 Испытание предохранительного клапана устройства для сброса давления**

a) Цель.

Устройства для сброса давления должны работать при заданном давлении для предотвращения опасности.

Испытание не распространяется на те устройства для сброса давления, которые ранее были оценены на предмет соответствия требованиям регионального или международного стандарта.

Примечание — Примером стандарта может быть код ASME для котлов и сосудов под давлением.

b) Требование.

Измеряемое давление начала открытия и выпуска давления должно находиться в диапазоне от 90 % до 100 % номинального давления начала и разрядки.

c) Метод.

В случае сбрасываемого предохранительного клапана должны быть испытаны три образца, и каждый образец должен быть подвергнут трехкратному воздействию постепенно возрастающего давления воздуха. Давление, при котором устройство начинает открываться, регистрируют с помощью калиброванного манометра, имеющего диапазон не менее 150 % предполагаемого максимального рабочего давления устройства для сброса давления. Значение начала выпуска давления каждого образца является средним значением трех испытаний. Значение начала выпуска давления является самым высоким средним значением для трех испытанных образцов.

В случае устройства сброса давления без восстановления испытывают три образца устройства сброса давления, и каждый образец подвергают воздействию постепенно возрастающего давления

воздуха. Давление, при котором устройство начинает открываться, регистрируют с помощью калиброванного манометра, имеющего диапазон не менее 150 % от предполагаемого максимального рабочего давления устройства для сброса давления. Значение «пуск-сброс» невосстанавливаемого устройства сброса давления является самым высоким значением для трех испытанных образцов.

### 8.5 Валидация и испытания СНЭЭ. Опасность взрыва и концентрации горючих веществ

#### 8.5.1 Обнаружение газов и отходящих газов

Если анализ рисков в соответствии с 6.3 показывает, что СНЭЭ может выделять легковоспламеняющиеся газы, то испытание СНЭЭ должно быть проведено с использованием соответствующего метода испытаний для проверки эффективности системы обнаружения газов.

СНЭЭБ должна быть испытана для обнаружения газов и отходящих газов по МЭК 62933-5-2.

#### 8.5.2 Оценка искусственной вентиляции

a) Цель.

СНЭЭ должна быть оценена на предмет достаточности вентиляции для предотвращения опасных концентраций горючих веществ (т. е. ≤25 % НПВ).

Система вентиляции СНЭЭБ должна быть испытана по МЭК 62933-5-2.

b) Требование.

В течение периода выпуска концентрация испытательного газа вблизи потенциально воспламеняющегося оборудования, находящегося за пределами зоны разбавления, не должна превышать в два раза значение, указанное в МЭК 60079-2:2014, раздел A.2, и должна быть снижена от указанного значения в течение 30 мин.

c) Метод.

Для оценки эффективности искусственной вентиляции должно быть проведено испытание на разрежение в соответствии с МЭК 60079-2:2014, 16.5.4.2.

### 8.6 Валидация и испытание СНЭЭ. Опасности, возникающие из-за электрических, магнитных и электромагнитных полей

СНЭЭБ должна быть испытана в соответствии с МЭК 62933-5-2 на предмет опасности, возникающей под действием электрических, магнитных и электромагнитных полей.

a) Цель.

СНЭЭ должна обладать достаточной устойчивостью к электрическим, магнитным и электромагнитным помехам для предотвращения возникновения опасностей. Функции СНЭЭ, связанные с безопасностью, должны быть оценены на предмет их надежности и безопасности при воздействии электрических, магнитных и электромагнитных полей.

b) Требование.

СНЭЭ и их функции, связанные с безопасностью СНЭЭ, должны работать в соответствии с анализом рисков после оценки воздействия ЭМП.

Излучения ЭМП СНЭЭ не должны нарушать окружающую среду. При этом может применяться местное регулирование.

c) Метод.

СНЭЭ должна быть интегрирована с оборудованием, которое соответствует требованиям МЭК 61000-6-1, МЭК 61000-6-2, МЭК 61000-6-3, МЭК 61000-6-4, МЭК 61000-6-5 в отношении электромагнитного воздействия и электромагнитного излучения, в зависимости от обстоятельств. В зависимости от места установки СНЭЭ могут быть использованы другие стандарты МЭК или CISPR. При этом может применяться местное регулирование.

Функции безопасности подсистем СНЭЭ, отвечающих за безопасность, должны соответствовать МЭК 61000-6-7 или функциональная безопасность должна учитываться в отношении электромагнитных явлений согласно МЭК 61000-1-2, если это применимо.

### 8.7 Валидация и испытания СНЭЭ. Опасность распространения возгорания

Согласно сложившемуся мнению СНЭЭБ является наиболее опасным вариантом СНЭЭ в связи с проблемой распространения возгорания. Если анализ рисков показывает, что существует необходимость в валидации СНЭЭ на предмет опасности распространения возгорания, то проводят испытание на опасность распространения возгорания в соответствии с МЭК 62933-5-2.

### 8.8 Валидация и испытания СНЭЭ. Температурные опасности

#### 8.8.1 Общие положения

СНЭЭБ должна быть испытана на температурную опасность в соответствии с МЭК 62933-5-2.

#### 8.8.2 Локализация жидкостей с опасной температурой (низкой или высокой)

СНЭЭ, содержащая жидкости с опасными температурами (50 °С или выше или ниже или равная минус 10 °С для металлических материалов и минус 25 °С для неметаллических материалов), должна быть подвергнута испытанию компонентов и деталей, содержащих жидкость на прочность согласно 8.4.2 и на утечку в соответствии с 8.4.3.

#### 8.8.3 Температура при испытаниях в нормальном режиме эксплуатации

a) Цель.

Испытание, проводимое в нормальном рабочем состоянии, предназначено для того, чтобы убедиться в том, что СНЭЭ работает должным образом в максимально нормальных условиях зарядки и разрядки.

b) Требование.

Все вышеперечисленные функции должны работать так, как заложено в конструкции. Температура компонентов и аккумулирующих подсистем СНЭЭБ не должна превышать допустимые пределы.

c) Метод.

Общие температурные испытания при зарядке и разрядке СНЭЭ проводят путем изучения температуры чувствительных к температуре компонентов и проверки рабочих параметров.

СНЭЭ должна эксплуатироваться при максимальных нормальных условиях нагрузки для зарядки и разрядки. Во время этой операции необходимо контролировать температуру критически важных компонентов, включая ПАЭЭ, чтобы определить, работают ли они в указанном температурном диапазоне.

### 8.9 Валидация и испытание СНЭЭ. Химическое воздействие

#### 8.9.1 Испытания на прочность

СНЭЭ, содержащая опасные жидкости (токсичные, коррозионные или легковоспламеняющиеся), должна быть подвергнута испытанию на прочность компонентов, содержащих жидкость, в соответствии с 8.4.2.

#### 8.9.2 Испытания на герметичность

СНЭЭ с содержанием опасных жидкостей (токсичных, коррозионных или легковоспламеняющихся) должна быть подвергнута испытанию на утечку из деталей, содержащих жидкость, согласно 8.4.3.

### 8.10 Валидация и испытание СНЭЭ. Опасности, возникающие в окружающей среде

#### 8.10.1 Общие положения

Испытания на воздействие окружающей среды для СНЭЭБ описаны в МЭК 62933-5-2.

#### 8.10.2 Попадание влаги

СНЭЭ для ее установки должна быть обеспечена достаточной защитой от проникновения влаги и рассчитана на предотвращение опасности. Испытание на защиту от воздействия влаги рассмотрено в 8.2.3.

#### 8.10.3 Воздействие морской среды

a) Цель.

Корпус СНЭЭ должен быть обеспечен достаточной защитой от воздействия соляного тумана, который может привести к возникновению опасных условий, если он предназначен для установки в морской среде.

Примечание 1 — Установкой для работы в морской среде будет считаться установка на берегу соленого водоема (например, в гавани или доке) или на судне.

Если в корпусе имеются отверстия, то при оценке следует также учитывать воздействие на внутренние компоненты. Степень защиты IP67 (проникновение пыли и погружение в воду) или выше не требует проведения испытания на соляной туман для оценки его воздействия на внутренние компоненты СНЭЭ.

Примечание 2 — Степени защиты NEMA 4X и 6P считают подходящими для наружных установок, где может быть воздействие соляного тумана.

Покрытия по ИСО 12944 (защита стальных конструкций от коррозии) с классом С5М считают устойчивыми к воздействию в морской среде, поэтому не требуется проведения дополнительных испытаний на стойкость материала корпуса.

b) Требование.

Корпус СНЭЭ должен быть достаточно стойким к воздействию соляного тумана для предотвращения износа корпуса, который может привести к его опасным изменениям.

c) Метод.

СНЭЭ должна быть подвергнута оценке воздействия соляного тумана в соответствии с МЭК 60068-2-52 с использованием процедур испытаний для метода испытаний 1 (степень жесткости 1) для установок на борту судов или для метода испытаний 2 (степень жесткости 2) для установок на берегу водоема с соленой водой.

Для проведения этого испытания допускается использовать репрезентативные узлы сборки.

По завершении кондиционирования СНЭЭ исследуют на предмет наличия признаков повреждения, которые могут привести к потенциально опасному состоянию.

### 8.11 Валидация и испытание СНЭЭ. Опасности, возникающие из-за неисправностей вспомогательных, управляющих и коммуникационных подсистем

#### 8.11.1 Общие положения

СНЭЭ включает в себя основную, вспомогательную и управляющую подсистемы, как показано на рисунке 7. Неисправность, возникающая в любой из этих подсистем, может повлиять на всю систему и привести к возникновению опасности для этой системы.

#### 8.11.2 Неисправность вспомогательной системы

8.11.2.1 Общие положения

a) Цель.

При потере управляющей мощности механизмы защиты СНЭЭ не могут работать должным образом. Отклонения мощности управления низким или высоким напряжением более заданных уровней могут повлиять на работу устройств и компонентов, обеспечивающих безопасность СНЭЭ.

b) Требование.

Возможные неисправности вспомогательной системы не должны приводить к возгоранию, взрыву или небезопасному состоянию СНЭЭ. Во всех испытанных условиях функциональность безопасности СНЭЭ не должна быть нарушена и должна реагировать в соответствии с ожидаемым результатом анализа рисков.

c) Метод.

Проверка неисправностей вспомогательных систем с точки зрения безопасности, выявленных с помощью анализа рисков, должна включать испытания, применимые к вспомогательной подсистеме:

1) полная потеря мощности управления;
2) частичная потеря мощности управления;
3) временная потеря мощности управления;
4) управление напряжением питания, превышающим допустимый уровень напряжения;
5) контроль падения напряжения питания ниже допустимого уровня напряжения;
6) неисправность системы охлаждения;
7) временная потеря управляемого входа;
8) другие неисправности вспомогательных подсистем.

8.11.2.2 Полная потеря управляющего питания вспомогательной подсистемы

При примерно 50-процентном уровне заряженности (УЗ) СНЭЭ должна быть подвергнута разрядке с максимальной мощностью. После 10 мин работы при 100 % управляющей мощности [например, источник питания для программируемого логического контроллера (ПЛК)] отключают, при этом СНЭЭ продолжает разряжаться.

Контроль СНЭЭ осуществляют до тех пор, пока не будут получены окончательные результаты после создания условий неисправности.

Примечание 1 — УЗ не является критическим, поэтому допускается его установка на среднем уровне.

Примечание 2 — 100 % управляющей мощности — это номинальная мощность источника питания ПЛК.

Примечание 3 — Для СНЭЭ, которые не могут обеспечить работу в течение 10 мин при 50 % УЗ, таких как некоторые маховичные системы, УЗ СНЭЭ можно установить на более высокое значение, а длительность

работы до введения состояния неисправности сократить примерно до половины общей допустимой продолжительности работы при этом УЗ.

Повторяют испытание с СНЭЭ при зарядке с максимальной мощностью.

8.11.2.3 Частичная потеря мощности управления вспомогательной подсистемой

Для проведения этого испытания СНЭЭ изменяют условия подачи питания на ПЛК:

- если питание ПЛК осуществляется через одно устройство, это испытание не применяют;
- если ПЛК питается от двух источников.

Когда СНЭЭ заряжена примерно на 50 %, ее подвергают разрядке с максимальной мощностью. После 10 мин работы 50 % управляющей мощности (например, подачи питания на ПЛК) отключают путем выключения одного из двух источников питания ПЛК, при этом СНЭЭ продолжает разряжаться.

Контроль СНЭЭ осуществляют до тех пор, пока не будут получены окончательные результаты после создания условий неисправности.

Примечание 1 — УЗ не является критическим, поэтому допускается его установка на среднем уровне.

Примечание 2 — Для СНЭЭ, которые не могут обеспечить работу в течение 10 мин при 50 % УЗ, таких как некоторые маховичные системы, УЗ СНЭЭ можно установить на более высокое значение, а длительность работы до введения состояния неисправности — сократить примерно до половины общей допустимой продолжительности работы при этом УЗ.

Примечание 3 — Если питание от различных источников питания не одинаковое, то каждый источник питания, обеспечивающий различную мощность, следует отключать во время испытания по одному;

- если ПЛК питается от трех источников питания.

Когда СНЭЭ заряжена примерно на 50 %, ее подвергают разрядке с максимальной мощностью. После 10 мин работы 33 % управляющей мощности (например, подачи питания на ПЛК) отключают путем выключения одного из трех источников питания ПЛК, затем 66 % управляющей мощности путем выключения еще одного из трех источников питания ПЛК, при этом СНЭЭ продолжает разряжаться.

Контроль СНЭЭ осуществляют до тех пор, пока не будут получены окончательные результаты после создания условий неисправности.

Примечание 4 — Это пример, когда питание для однолинейного ПЛК предоставляет один источник. Как правило, в СНЭЭ имеются различные источники питания. Будет учитываться общее количество источников питания на разных линиях различных ПЛК (например, один источник питания для линии ПЛК 1 и один источник питания для линии ПЛК 2). В этом случае испытание проводят путем отключения одного из двух источников питания на 50 % управляющей мощности.

Примечание 5 — УЗ не является критическим, поэтому допускается его установка на среднем уровне.

Примечание 6 — Для систем, которые не могут обеспечить работу в течение 10 мин при 50 % УЗ, таких как некоторые маховичные системы, УЗ СНЭЭ можно установить на более высокое значение, а длительность работы до введения состояния неисправности — сократить примерно до половины общей допустимой продолжительности работы при этом УЗ.

Повторяют испытание с СНЭЭ при зарядке с максимальной мощностью.

8.11.2.4 Временная потеря мощности управления вспомогательной системой питания

Когда СНЭЭ заряжена примерно на 50 %, ее подвергают разрядке с максимальной мощностью. После 10 мин работы 100 % управляющей мощности (например, подачи питания на ПЛК) отключают на 5 мин, при этом СНЭЭ продолжает разряжаться. После 5-минутной потери питания 100 % мощности на систему управления возвращают.

Контроль СНЭЭ осуществляют до тех пор, пока не будут получены окончательные результаты после создания условий неисправности.

Повторяют испытание с СНЭЭ при зарядке с максимальной мощностью.

Примечание 1 — УЗ не является критическим, поэтому допускается его установка на среднем уровне.

Примечание 2 — Для систем, которые не могут обеспечить работу в течение 10 мин при 50 % УЗ, таких как некоторые маховичные системы, УЗ СНЭЭ можно установить на более высокое значение, а длительность работы до введения состояния неисправности — сократить примерно до половины общей допустимой продолжительности работы при этом УЗ.

8.11.2.5 Временная потеря контроля над входом

Когда СНЭЭ заряжена примерно на 50 %, ее подвергают разрядке с максимальной мощностью в течение 10 мин, после чего отключают вход управления СНЭЭ на 30 с, а затем снова подключают его, при этом СНЭЭ продолжает разряжаться.

Контроль СНЭЭ осуществляют до тех пор, пока не будут получены окончательные результаты после применения условий неисправности.

Повторяют испытание с СНЭЭ при зарядке с максимальной мощностью.

Примечание 1 — УЗ не является критическим, поэтому допускается его установка на среднем уровне.

Примечание 2 — Для систем, которые не могут обеспечить работу в течение 10 мин при 50 % УЗ, таких как некоторые маховичные системы, УЗ СНЭЭ можно установить на более высокое значение, а длительность работы до введения состояния неисправности — сократить примерно до половины общей допустимой продолжительности работы при этом УЗ.

8.11.2.6 Превышение управляющем напряжением допустимого уровня напряжения

Когда СНЭЭ заряжена примерно на 50 %, ее подвергают разрядке с максимальной мощностью. Через 10 мин управляющее напряжение питания (например, напряжение питания ПЛК) увеличивают на 20 % выше максимально допустимого напряжения питания ПЛК, при этом СНЭЭ продолжает разряжаться.

Контроль СНЭЭ осуществляют до тех пор, пока не будут получены окончательные результаты после применения условий неисправности.

Примечание 1 — Как правило, диапазон напряжения питания ПЛК составляет от 19 В DC до 30 В DC (напряжение в этом диапазоне считают допустимым уровнем напряжения).

Примечание 2 — УЗ не является критическим, поэтому допускается его установка на среднем уровне.

Примечание 3 — Для систем, которые не могут обеспечить работу в течение 10 мин при 50 % УЗ, таких как некоторые маховичные системы, УЗ СНЭЭ можно установить на более высокое значение, а длительность работы до введения состояния неисправности — сократить примерно до половины общей допустимой продолжительности работы при этом УЗ.

Повторяют испытание с СНЭЭ при зарядке с максимальной мощностью.

8.11.2.7 Падение управляющего напряжения питания ниже допустимого уровня напряжения

Когда СНЭЭ заряжена примерно на 50 %, ее подвергают разрядке с максимальной мощностью. Через 10 мин управляющее напряжение питания (напряжение питания ПЛК) снижают на 20 % ниже минимально допустимого уровня напряжения, при этом СНЭЭ продолжает разряжаться.

Контроль СНЭЭ осуществляют до тех пор, пока не будут получены окончательные результаты после применения условий неисправности.

Примечание 1 — Как правило, диапазон напряжения питания ПЛК составляет от 19 В DC до 30 В DC (напряжение в этом диапазоне считают допустимым уровнем напряжения).

Примечание 2 — УЗ не является критическим, поэтому допускается его установка на среднем уровне.

Примечание 3 — Для систем, которые не могут обеспечить работу в течение 10 мин при 50 % УЗ, таких как некоторые маховичные системы, УЗ СНЭЭ можно установить на более высокое значение, а длительность работы до введения состояния неисправности — сократить примерно до половины общей допустимой продолжительности работы при этом УЗ.

Повторяют испытание с СНЭЭ при зарядке с максимальной мощностью.

8.11.2.8 Неисправность системы охлаждения

Когда СНЭЭ находится при максимальном УЗ в соответствии со спецификациями изготовителя, ее подвергают разрядке с максимальной мощностью до тех пор, пока температура окружающей среды внутри СНЭЭ не приблизится к самой высокой температуре при работающей системе охлаждения. Затем систему охлаждения отключают для имитации ее неисправности во время работы СНЭЭ.

Контроль СНЭЭ осуществляют до тех пор, пока не будут получены окончательные результаты после применения условий неисправности.

Повторяют испытание с СНЭЭ при зарядке с максимальной мощностью примерно на 10 % УЗ.

8.11.2.9 Другие неисправности вспомогательной подсистемы

Режим проверки на наличие других неисправностей вспомогательных подсистем зависит от ее типа. Возможные неисправности вспомогательных подсистем, подлежащих испытанию, должны быть определены в результате анализа рисков, например:

- неисправность системы противопожарной защиты;
- неисправность ИБП.

**8.11.3 Неисправность подсистемы управления СНЭЭ**

a) Цель.

Когда подсистема управления СНЭЭ предоставляет недостоверную управляющую информацию блоку обработки ППМ, СНЭЭ может быть повреждена и перейти в небезопасное состояние. Должны быть проверены условия неисправности, связанные с безопасностью, выявленные в ходе анализа рисков, такие как сбой в управлении СНЭЭ.

b) Требование.

В проверяемых условиях функциональность безопасности СНЭЭ не должна быть нарушена, а функции безопасности должны работать в соответствии с ожидаемыми результатами анализа рисков.

c) Метод.

СНЭЭ должна находиться при таком УЗ, при котором имеется достаточно энергии для проведения испытаний, но не при полном заряде. Затем ее подвергают разрядке с максимальной мощностью в течение 10 мин.

После 10 мин разряда применяют неправильное управление СНЭЭ (например, заданное значение активной мощности выходит за пределы возможностей ПЛК СНЭЭ). Контроль СНЭЭ осуществляют до тех пор, пока не возникнут предельные условия после применения условий неисправности.

Повторяют испытание с СНЭЭ при зарядке с максимальной мощностью.

**8.11.4 Сбой внутренней связи СНЭЭ**

a) Цель.

При коротком замыкании или обрыве внутренней линии связи, а также при нарушении внутреннего сигнала управления возможно, что СНЭЭ не будет работать должным образом.

Примечание — Все линии связи внутри СНЭЭ (включая линии связи между подсистемами) рассматривают как внутренние линии связи, линии связи, подключенные извне на коммуникационном интерфейсе СНЭЭ, — как внешние линии связи.

b) Требование.

Во всех испытанных условиях функциональность безопасности СНЭЭ не должна быть нарушена, а функции безопасности должны работать в соответствии с ожидаемым результатом анализа рисков.

c) Метод.

Должны быть проверены условия внутренней связи, связанные с безопасностью, которые были определены с помощью нижеприведенного анализа рисков.

1) Открыта внутренняя линия связи

СНЭЭ должна находиться при таком УЗ, при котором имеется достаточно энергии для проведения испытаний, но не при полном заряде. Затем ее подвергают разрядке с максимальной мощностью в течение 10 мин, после чего размыкают внутреннюю линию связи СНЭЭ.

Контроль СНЭЭ осуществляют до тех пор, пока не возникнут предельные условия после применения условий неисправности.

Повторяют испытание при зарядке с максимальной мощностью.

2) Короткое замыкание внутренней линии связи

СНЭЭ должна находиться при таком УЗ, при котором имеется достаточно энергии для проведения испытаний, но не при полном заряде. Затем ее подвергают разрядке с максимальной мощностью в течение 10 мин, после чего производят короткое замыкание внутренней линии связи СНЭЭ.

Контроль СНЭЭ осуществляют до тех пор, пока не возникнут предельные условия после применения условий неисправности.

Повторяют испытание при зарядке с максимальной мощностью.

3) Нарушена внутренняя линия связи (шум на линию связи)

СНЭЭ должна находиться при таком УЗ, при котором имеется достаточно энергии для проведения испытаний, но не при полном заряде. Затем ее подвергают разрядке с максимальной мощностью в течение 10 мин, после чего подают шум на внутреннюю линию связи СНЭЭ.

Контроль СНЭЭ осуществляют до тех пор, пока не возникнут предельные условия после применения условий неисправности.

Повторяют испытание при зарядке с максимальной мощностью.

Примечание 1 — Размыкание линий (внутренней и внешней) может быть достигнуто путем выдергивания вилки из кабеля связи (пример шины CAN).

Примечание 2 — Короткое замыкание линий (внутренней и внешней) может быть достигнуто при коротком замыкании по меньшей мере на двух линиях клеммы коммуникационного кабеля (пример шины CAN) по результатам анализа рисков.

Примечание 3 — Нарушение работы линий (внутренней и внешней) следует выбирать в зависимости от окружающей среды в месте установки (т. е. жилом помещении, промышленном предприятии или подстанции). Ниже приведены стандартные примеры для выбора возмущений, которые следует применять в СНЭЭ: МЭК 61000-1-2, МЭК 61000-6-1, МЭК 61000-6-2, МЭК 61000-6-5 и МЭК 61000-6-7.

**8.11.5 Сбой внешней связи СНЭЭ**

a) Цель.

Существует ряд факторов, которые могут повлиять на безопасную эксплуатацию СНЭЭ. Эти факторы должны быть учтены в процессе проектирования; анализ рисков на уровне системы (например, АВПО) и испытания следует проводить для обеспечения того, чтобы СНЭЭ входила в безопасное состояние в каждом упомянутом случае:

1) открыта внешняя линия связи;
2) короткое замыкание внешней линии связи;
3) нарушена внешняя линия связи.

b) Требование.

Во всех испытанных условиях функциональность безопасности СНЭЭ не должна быть нарушена, а функции безопасности должны работать в соответствии с ожидаемым результатом анализа рисков.

c) Метод.

1) Открыта внешняя линия связи, испытательный режим

СНЭЭ должна находиться при примерно 50 % УЗ. Затем ее подвергают разрядке с максимальной мощностью в течение 10 мин, после чего открывают внешнюю линию связи СНЭЭ, при этом СНЭЭ продолжает разряжаться.

Контроль СНЭЭ осуществляют после применения условий неисправности обрыва цепи до тех пор, пока не будут получены окончательные результаты.

Повторяют испытание с СНЭЭ при зарядке с максимальной мощностью.

2) Внешняя линия связи замкнута накоротко, испытательный режим

СНЭЭ должна находиться при примерно 50 % заряда. Затем ее подвергают разрядке с максимальной мощностью в течение 10 мин, после чего реализуют короткое замыкание внешней линии связи СНЭЭ.

Контроль СНЭЭ осуществляют после применения состояния короткого замыкания до тех пор, пока не будут получены окончательные результаты.

Повторяют испытание с СНЭЭ при зарядке с максимальной мощностью.

3) Нарушена внешняя линия связи, испытательный режим

СНЭЭ должна находиться при примерно 50 % УЗ. Затем ее подвергают разрядке с максимальной мощностью в течение 10 мин, после чего открывают внешнюю линию связи СНЭЭ и подают шум на внутреннюю линию связи СНЭЭ.

Контроль СНЭЭ осуществляют после применения состояния шума до тех пор, пока не будут получены окончательные результаты.

Повторяют испытание с СНЭЭ при зарядке с максимальной мощностью.

Примечание 1 — Размыкание линий (внутренней и внешней) может быть достигнуто путем выдергивания вилки из кабеля связи (пример шины CAN).

Примечание 2 — Короткое замыкание линий (внутренней и внешней) может быть достигнуто при коротком замыкании по меньшей мере на двух линиях клеммы коммуникационного кабеля (пример шины CAN) по результатам анализа рисков.

Примечание 3 — Нарушение работы линий (внутренней и внешней) следует выбирать в зависимости от окружающей среды в месте установки (т. е. жилом помещении, промышленном предприятии или подстанции). Ниже приведены стандартные примеры для выбора возмущений, которые следует применять в СНЭЭ: МЭК 61000-1-2, МЭК 61000-6-1, МЭК 61000-6-2, МЭК 61000-6-5 и МЭК 61000-6-7.

# 9 Инструкции и рекомендации по эксплуатации

## 9.1 Общие положения

В руководствах должны содержаться спецификации СНЭЭ, включая информацию о номинальных электрических входах и выходах, экологических характеристиках, габаритных размерах СНЭЭ, массе, общее описание СНЭЭ и ее работы, а также данные о маркировке и указателях для СНЭЭ. Могут быть применены местные правила.

Руководства по СНЭЭ, состоящие из нескольких частей, должны включать описание всех частей СНЭЭ и схему ее установки в качестве системы, а также однолинейную электрическую схему СНЭЭ с указанием всех взаимосвязей и портов.

Электрические схемы, трубопроводы и схемы приборов СНЭЭ, при их наличии, должны быть включены в руководства по СНЭЭ.

В руководствах должна быть указана контактная информация для поддержки по установке, эксплуатации и техническому обслуживанию СНЭЭ. Кроме того, должна быть предоставлена контактная информация для оперативной связи в чрезвычайных ситуациях в случае инцидента и нарушения безопасности СНЭЭ.

Руководства могут быть доступны как в печатном виде, так и в цифровом формате (онлайн), который можно распечатать. Руководства должны быть составлены в формате, доступном при необходимости в течение всего срока службы СНЭЭ.

Если информация в руководствах изложена непонятно или является неполной в каком-либо аспекте, в случае остаточного риска для некоторых сложных систем изготовитель должен предоставить дополнительную информацию или услуги по дополнительному обучению для устранения отсутствующей или неясной информации.

## 9.2 Инструкция по установке

Необходимо предоставить руководство по установке, которое должно содержать, по крайней мере, следующие части:

- общее описание характеристик объекта и СНЭЭ;
- правила безопасности при установке, включая информацию о соответствующих СИЗ, необходимых для выполнения различных задач установки;
- инструкция по монтажу;
- инструкция по вводу в эксплуатацию;
- инструкции по управлению интерфейсом;
- инструкция по устранению неполадок при монтаже;
- инструкции по любому оборудованию, которое установлено на месте и является частью СНЭЭ, например СОВК;
- инструкции по механизмам защиты, которые должны быть установлены на объекте, таким как системы обнаружения и тушения пожара;
- инструкции по выводу СНЭЭ из эксплуатации.

Информация об установке должна включать инструкции по выполнению всех необходимых соединений для электрики, коммуникаций, трубопроводов для топлива и других жидкостей и т. д., а также соединений с другим оборудованием, которое является частью СНЭЭ. Многокомпонентная СНЭЭ должна иметь все части, указанные в инструкциях по монтажу, с инструкциями по установке и соединению этих частей.

Инструкции должны содержать информацию об электрических разъединителях, запорных клапанах и других устройствах, которые должны быть установлены в СНЭЭ. Инструкция по монтажу должна содержать параметры, необходимые при выполнении электрических соединений и для установленных устройств в электрических цепях (протоколы связи, цепи и устройства), а также параметры топливных и других жидкостных соединений и контрольных устройств, требуемых для работы СНЭЭ.

В инструкцию по установке должны быть включены ограничения по окружающей среде при установке СНЭЭ, например: предназначена ли СНЭЭ только для наружной установки, ограничения в отношении установок в сейсмических или морских условиях. СНЭЭ, в отношении которых требуется ограниченный доступ, должны содержать инструкции по установке в зонах с ограниченным доступом.

### 9.3 Руководство по техническому обслуживанию

#### 9.3.1 Общие положения

СНЭЭ должна быть снабжена инструкциями по техническому обслуживанию для обслуживающего персонала, а также отдельным набором инструкций по любым основным процедурам технического обслуживания, которые будут выполняться операторами СНЭЭ. Инструкции по техническому обслуживанию должны включать в себя инструкции по мелкому ремонту, который можно рассматривать как часть базового технического обслуживания, например по замене предохранителей, и инструкции, указывающие, когда обслуживающий персонал должен осуществлять ремонт.

Инструкции по техническому обслуживанию должны включать меры безопасности, которые следует соблюдать во время технического обслуживания СНЭЭ обслуживающим персоналом или в соответствии с основными процедурами технического обслуживания, выполняемыми операторами СНЭЭ.

Инструкции по техническому обслуживанию должны включать периодичность планового технического обслуживания, которое необходимо выполнить, например: ежегодные проверки любых подсистем, таких как ПАЭЭ, включая батареи, системы защитной оболочки и сосуды под давлением, вспомогательную подсистему, содержащую любые устройства обнаружения газа, СОВК, системы пожаротушения и т. д., а также все обязательные эксплуатационные испытания.

Когда запланированы операции по техническому обслуживанию, до начала должен быть проведен соответствующий анализ СНЭЭ, чтобы убедиться в том, что техническое обслуживание может быть выполнено безопасным образом. Это включает в себя определение необходимости электрического изолирования любой единицы оборудования, которая должна быть осуществлена и задокументирована перед любым техническим обслуживанием.

#### 9.3.2 Рекомендации по средствам индивидуальной защиты

Инструкции по техническому обслуживанию должны содержать информацию о соответствующих СИЗ, необходимых для выполнения различных задач. Зоны внутри и вокруг СНЭЭ, требующие принятия специальных мер защиты от опасностей (например, электрических, механических, химических, тепловых и накопленной энергии), должны быть снабжены предупреждающими знаками для обозначения опасностей и необходимых мер предосторожности.

Инструкции по техническому обслуживанию должны содержать информацию о безопасных методах работы. Работы должны начинаться только при наличии надежной изоляции и заземления проводников, как правило, находящихся под напряжением при опасном напряжении. Зоны внутри и вокруг СНЭЭ, требующие принятия специальных мер защиты от вспышки дуги и опасности поражения электрическим током, должны быть снабжены предупреждающими знаками для обозначения опасности поражения электрическим током и необходимых мер предосторожности. Если изоляция невозможна, например при работе с клеммами аккумулятора, должны быть предоставлены инструкции по соответствующим СИЗ, необходимым для выполнения задачи.

Процедуры технического обслуживания должны гарантировать, что СНЭЭ функционирует должным образом после технического обслуживания и что защитные функции работают правильно. Процедуры технического обслуживания оборудования и деталей во взрывоопасных областях или зонах должны гарантировать, что защита опасной области или опасной зоны не будет нарушена.

В инструкциях по системам прохода и охраняемым зонам СНЭЭ должно быть указано, что следует принять надлежащие меры предосторожности для обеспечения того, чтобы внутри помещения никого не было, прежде чем запирать двери снаружи.

### 9.4 Инструкция по эксплуатации

Руководство по эксплуатации должно содержать, по крайней мере, следующие части:

- общее описание характеристик СНЭЭ;
- основные правила техники безопасности, в том числе информация о соответствующих СИЗ, необходимых для выполнения различных задач;
- инструкция по эксплуатации СНЭЭ и инструкция по управлению интерфейсом;
- инструкции о различных состояниях работы и значении индикаторов работы, а также о том, как определить состояние работы;
- как устранить неполадки при наличии неправильных индикаторов состояния в процессе работы СНЭЭ и не требующих дальнейшего обслуживания;
- инструкции по протоколам связи для СНЭЭ;

- инструкции по действиям в случае появления предупреждающих индикаторов или аварийных сигналов от СНЭЭ и о том, когда следует инициировать действия в чрезвычайных ситуациях.

Если СНЭЭ может управляться дистанционно, должны быть инструкции о том, как безопасно отключить дистанционное управление и переключиться на локальное управление. Если необходимость в локальном управлении отсутствует, должны быть приложены инструкции по безопасному повторному подключению пульта дистанционного управления.

В инструкциях к системам прохода должно быть указано, что необходимо принять надлежащие меры предосторожности для обеспечения того, чтобы внутри помещения никого не было, прежде чем запирать двери снаружи.

### 9.5 Инструкция по действиям в чрезвычайных ситуациях

Руководство по действиям в чрезвычайных ситуациях должно содержать, по крайней мере, нижеприведенную информацию.

Процедуры предварительного планирования действий при потенциальных аварийных событиях должны быть основаны на технологии, конструкции и режиме работы СНЭЭ (например, удаленном или локальном), которые могут произойти.

Изготовитель СНЭЭ должен предоставить информацию о прогнозируемых аварийных условиях при эксплуатации СНЭЭ, которые могут произойти.

Примечание — Ответственность за наличие достаточных и эффективных планов действий на месте в чрезвычайных ситуациях несет владелец или оператор СНЭЭ.

Руководство по действиям в чрезвычайных ситуациях должно включать:

- описание действий, которые должны быть предприняты для контроля условий или событий и ограничения их последствий, включая описание оборудования для обеспечения безопасности и имеющихся ресурсов для всех прогнозируемых условий или событий, которые могут стать причиной возникновения крупной аварии;
- меры по ограничению рисков для людей на объекте, включая порядок оповещения и ожидаемые действия людей после получения предупреждения (инструкции по оказанию первой помощи, план эвакуации в чрезвычайных ситуациях);
- меры по заблаговременному оповещению о происшествии органа, ответственного за приведение в действие внешнего плана действий в чрезвычайных ситуациях, тип информации, которая должна содержаться в первоначальном предупреждении, и меры по предоставлению более подробной информации по мере ее поступления;
- при необходимости, организационные мероприятия по обучению персонала обязанностям, которые они должны будут выполнять, и координация этой работы с аварийно-спасательными службами за пределами объекта.

### 9.6 Инструкция по оказанию первой помощи

В руководстве по первичному реагированию должны быть описаны методы и общие шаги, которые должны быть предприняты в случае чрезвычайной ситуации, связанной с функционированием СНЭЭ (например, смягчение последствий пожара, предотвращение риска взрыва). Должны быть разработаны процедуры или инструкции для конкретного объекта, а также четко обозначены роли и обязанности, чтобы определить круг тех лиц, которые должны выполнить эти действия или шаги.

Должна быть описана работа автоматической системы пожаротушения и приведены меры предосторожности, которые необходимо принять при срабатывании.

В руководстве по первому реагированию также должны быть описаны методы и общие шаги, которые должны быть предприняты в случае других видов опасностей, не связанных с огнем, таких как разливы химических веществ, опасность поражения электрическим током, выбросы токсичных газов и т. д.

## 10 Разметка и указатели

### 10.1 Общие положения

Обязательная маркировка, включая заводскую табличку и предупреждающие маркировку и знаки, должна быть разборчивой, неудаляемой и располагаться на СНЭЭ там, где она будет видимой при установке СНЭЭ.

### 10.2 Паспортная табличка

Паспортная табличка СНЭЭ должна содержать следующие данные: наименование изготовителя или товарный знак; номер модели СНЭЭ; входные и выходные электрические характеристики (напряжение, ток или мощность, частота, фазы); энергетические характеристики (кВт·ч, МВт·ч); информацию о технологии, специальных ограничениях окружающей среды (например, только внутри помещений, сейсмические характеристики), номинальных температурах окружающей среды, а также контактную информацию или цифровую ссылку на контактную информацию для экстренных случаев и дату изготовления.

Паспортная табличка должна быть расположена там, где она будет видимой на СНЭЭ после установки.

Цифровая ссылка (веб-адрес, QR-код, штрих-код или др.) на инструкции СНЭЭ должна быть предоставлена при условии размещения цифровых инструкций.

В случае СНЭЭ, состоящих из нескольких частей, по крайней мере на ПАЭЭ, должна быть установлена указанная выше паспортная табличка, подтверждающая многосоставность СНЭЭ, а также маркировка для ознакомления с инструкциями для получения дополнительной информации о СНЭЭ в полном объеме. Другие части многосоставной СНЭЭ должны быть снабжены собственной паспортной маркировкой, содержащей всю информацию, относящуюся к соответствующим подсистемам согласно стандарту на продукцию.

### 10.3 Предупредительная маркировка и указатели

Необходимость в предупредительной маркировке или знаках должна быть определена на основе анализа рисков СНЭЭ. Предупредительная маркировка и знаки должны быть разработаны в соответствии с ИСО 7010.

Примеры предупреждающей маркировки могут включать символы и предупреждения о разметке горячей поверхности, опасности поражения электрическим током, химической опасности и опасности движущихся частей.

Также должна быть предусмотрена предупредительная маркировка и знаки, специфичные для конкретной технологии и конструкции СНЭЭ. Могут быть применены местные правила.

## Приложение А
## (справочное)

## Основные риски различных технологий накопления

### А.1 Общие положения

Приложение А содержит информацию о потенциальных режимах или условиях отказа и их последствиях для различных технологий СНЭЭ, не является полным перечнем всех опасностей, которые могут возникнуть, и не предназначено для замены проведения оценки рисков. Изготовители СНЭЭ несут ответственность за проведение оценки рисков своей системы в соответствии с настоящим стандартом для выявления и снижения ее потенциальных опасностей.

### А.2 Гидроаккумулирующие электростанции

Гидроаккумулирующие электростанции относятся к особому типу гидроэнергетических сооружений. Эти сооружения имеют два соединенных между собой водоема, расположенных на разных высотах. В непиковые часы вода закачивается в верхний резервуар для накопления энергии. Затем в периоды высокого потребления электроэнергии воду сбрасывают в нижний резервуар для производства электроэнергии с помощью водяных турбин.

Основные сценарии рисков для гидроаккумулирующих электростанций приведены в таблице А.1.

Таблица А.1 — Основные сценарии рисков для гидроаккумулирующих электростанций

| Причины | Режимы или условия отказа | Опасность | Последствия |
|---|---|---|---|
| Землетрясение, оползень, инфильтрация воды, которая может повредить конструкцию (дамбу или насыпи) | Разрыв или прорыв в структуре плотины или водосборного бассейна. Разрыв устройства дренажа, трубы, турбины или электрической машины | Образование паводковой волны. Резкое увеличение расхода на выходе | Смертоносные потоки, уносящие людей. Утопление людей. Затопление имущества |
| Лавина, вызывающая резкий подъем уровня воды | | | |
| Внешняя агрессия на плотину или на удержание бассейна (растительность, столкновение транспортных средств или машин, роющая фауна) | | | |
| Выход из строя внутренней плотины или водосборного бассейна (коррозия, эрозия дна водой, повреждение футеровки) | | | |
| Эффект домино при разрыве дамбы выше по течению | | | |
| Исключительное наводнение, превышающее допустимую норму | | | |
| Забор на входе с недостаточным расходом на выходе | | | |
| Перекачка, вызывающая переполнение верхнего резервуара | | | |
| Выход из строя механических частей (коррозия, старение, потеря уплотнения...) | | | |

### А.3 Маховик

Маховик накапливает энергию в виде кинетической энергии. В качестве накопителя служит колесо со значительной массой на ободе. Колесо, как правило, герметизируют в вакуумной камере для снижения потерь кинетической энергии из-за сил трения. Когда необходимо накопить энергию, скорость вращения колеса увеличивают, а когда скорость вращения колеса уменьшается, накопленная энергия высвобождается. Преобразование электрической энергии в механическую осуществляется с помощью электрической машины, которая может функционировать как двигатель и как генератор.

Основные сценарии риска для маховиков приведены в таблице А.2.

В приложении С приведены испытания по оценке герметичности движущихся частей аккумулирующей подсистемы механической СНЭЭ маховичного типа.

Таблица А.2 — Основные сценарии риска для маховика

| Причины | Режимы/условия отказа | Опасность | Последствия |
|---|---|---|---|
| Превышение скорости из-за неисправного преобразователя частоты | Усталость материала из-за чрезмерного напряжения. Дисбаланс ротора. Разрушение ротора. Отсутствие ротора | Машина подвержена риску внезапного (насильственного) сбоя без предупреждения. Чрезмерная вибрация, перегрев подшипников, усталость материала. Огонь (композитный ротор), механическое разрушение, осколки (все роторы), Демонтаж машины (все роторы). Принудительное разрушение машины, осколки, пожар | Болезнь, травма или смерть. Повреждение зданий. Возмущение системы |
| Помехи от датчиков | | | |
| Нарушение командного управления | | | |
| Недостаточное рассеивание тепла | | | |
| Внешний тепловой поток | | | |
| Неисправный вакуумный насос или вакуумная линия | | | |
| Забор воздуха, вызванный перфорацией корпуса (коррозия, поломка) | | | |
| Дефектная магнитная левитация подшипников | | | |
| Короткое замыкание или блокировка ротора в двигателе/генераторе | | | |

### А.4 Гравитационная СНЭЭ

Гравитационный накопитель энергии — это механический накопитель энергии, который поднимает груз на высокое место с помощью электрической энергии, чтобы увеличить его гравитационную потенциальную энергию для совершения процесса накопления энергии, и преобразует гравитационную потенциальную энергию в кинетическую и в итоге в электрическую энергию через процесс падения тяжелого объекта. Груз может быть как твердым, так и жидким.

Основные сценарии риска для гравитационного накопления СНЭЭ приведены в таблице А.3.

Таблица А.3 — Основные сценарии риска для гравитационной СНЭЭ

| Причины | Режимы/условия отказа | Опасность | Последствия |
|---|---|---|---|
| Землетрясение, оползень, инфильтрация воды, которые могут нанести ущерб конструкции | Механический разрыв.<br>Заблокированный вес груза.<br>Поломка уплотнения.<br>Протечка воды.<br>Уменьшенный вес груза | Машина подвержена риску внезапного (насильственного) сбоя без предупреждения.<br>Чрезмерная вибрация, перегрев подшипников, усталость материала.<br>Падение массы с большой высоты.<br>Громкий шум | Болезнь, травма или смерть.<br>Повреждение зданий.<br>Механические повреждения.<br>Потеря емкости |
| Выход из строя троса для подъема груза | | | |
| Выход из строя системы управления подъема груза | | | |
| Коррозия кабелей и других механических деталей | | | |
| Коррозия резервуара для воды | | | |
| Неисправность или засорение насоса | | | |
| Повреждение системы сдерживания | | | |

### А.5 Батарейные системы аккумулирования энергии

Основные сценарии рисков, связанных с СНЭЭБ, изложены в МЭК 62933-5-2.

### А.6 Водород и синтетический природный газ

Типичная система накопления с использованием водорода состоит из электролизера, резервуара для накопления водорода и топливного элемента. Электролизер — это электрохимический преобразователь, который расщепляет воду с помощью электричества на водород и кислород. Это эндотермический процесс, т. е. во время реакции требуется тепло. Водород хранится под давлением в газовых баллонах или баках или в виде криогенной жидкости. Водород может накапливаться путем абсорбции, или адсорбции на твердых веществах, или химической реакции. Для выработки электричества оба газа (водород и кислород из воздуха) поступают в топливный элемент, где происходит электрохимическая реакция, обратная расщеплению воды: водород и кислород вступают в реакцию с образованием воды, выделением тепла и выработкой электричества. По экономическим и практическим причинам кислород не хранится в системе, а выбрасывается в атмосферу при электролизе, а для выработки электроэнергии используется кислород из воздуха.

Основные сценарии рисков для накопления водорода приведены в таблице А.4.

Таблица А.4 — Основные сценарии рисков для накопления водорода

| Причины | Режимы/условия отказа | Опасность | Последствия |
|---|---|---|---|
| Механический удар | Повышение давления в сосуде.<br>Нарушение герметичности:<br>- утечка жидкого или газообразного водорода;<br>- разрушение резервуара.<br>Гидридная реакция с воздухом или водой.<br>Диспергирование гидридной частицы в присутствии водорода | Возможное образование взрывоопасной атмосферы вблизи места утечки или в пределах локальной утечки, если она ограничена.<br>Зажигание при наличии источника возгорания:<br>- струйный огонь;<br>- пожар в резервуаре.<br>Задержка зажигания при наличии источника возгорания:<br>- взрыв воздушно-водородной смеси (тепловые эффекты, выброс обломков, взрыв).<br>Быстрый фазовый переход.<br>Физический взрыв.<br>Воспламенение гидридов при контакте с водой.<br>Гибридный взрыв газа и порошка | Тепловые эффекты.<br>Взрыв.<br>Проекция мусора.<br>Риск аноксии в замкнутых условиях.<br>Криоожог |
| Водородное охрупчивание/коррозия, вызывающее деградацию и механические поломки | | | |
| Усталость и разрушение в результате повторяющихся воздействий теплового расширения | | | |
| Внешний тепловой поток | | | |
| Деградация стенки контейнера | | | |
| Избыточное давление из-за отказа контрольно-измерительных приборов | | | |
| Низкотемпературная деградация и старение материалов | | | |
| Ухудшение эксплуатационных характеристик теплоизоляции | | | |
| Переполнение резервуара из-за отказа контрольно-измерительных приборов | | | |
| Слабый контроль экзотермических реакций в циклах абсорбции и десорбции | | | |

### А.7 Тепловые технологии СНЭЭ

Основные сценарии рисков для СНЭЭ теплового накопления приведены в таблице А.5.

Таблица А.5 — Основные сценарии риска для теплового накопления СНЭЭ

| Причины | Режимы/условия отказа | Опасность | Последствия |
|---|---|---|---|
| Утечка токсичных, реактивных или легковоспламеняющихся жидкостей из неисправных соединений и сочленений | Повышение давления в сосуде.<br>Нарушение теплоизоляции и воздействие опасных тепловых режимов.<br>Нарушение герметичности:<br>- опасная утечка жидкости или газа;<br>- взрыв резервуара.<br>Реакция материалов с воздухом или водой.<br>Сбой в работе термической системы органов управления, приводящие к перегреву и разрушению защитной оболочки.<br>Утечка токсичных или коррозионных материалов при ослаблении системы сдерживания | Воздействие токсичных или коррозионных жидкостей.<br>Воздействие опасных температур (высокая или низкая температура).<br>Возможное образование взрывоопасной атмосферы вблизи места утечки или внутри нее.<br>Воспламенение при наличии источника возгорания:<br>- струйный огонь;<br>- пожар в резервуаре.<br>Отсроченное воспламенение при наличии источника возгорания:<br>- взрыв воздушно-водородной смеси (тепловые эффекты, выброс обломков, взрыв).<br>Физический взрыв с быстрым фазовым переходом | Воздействие токсичных жидкостей.<br>Воздействие агрессивных жидкостей.<br>Тепловые эффекты.<br>Взрыв.<br>Выброс мусора.<br>Риск аноксии в замкнутых условиях.<br>Криоожог.<br>Распространение огня на окружающую среду |
| Усталость и разрушение в результате повторяющихся воздействий теплового расширения | | | |
| Избыточное давление из-за отказа контрольно-измерительных приборов | | | |
| Перегрев из-за отказа контрольно-измерительных приборов | | | |
| Низко- или высокотемпературная деградация и старение материалов | | | |
| Деградация стенки контейнера или трубопровода из-за температурного или химического воздействия | | | |
| Ухудшение эксплуатационных характеристик теплоизоляции | | | |
| Отсутствие продувки или недостаточная продувка емкости для локализации, если это требуется по проекту | | | |

### А.8 Другие технологии СНЭЭ

Существуют и другие технологии СНЭЭ, которые не перечислены в настоящем стандарте.

**Приложение В**
**(справочное)**

## Предложения по безопасности

### В.1 Общие положения

В приложении В представлена информация о задачах безопасности, которая носит общий характер для всех СНЭЭ.

### В.2 Опасность поражения электрическим током

Электричество передается по замкнутым цепям, как правило, через проводник. Но иногда человеческое тело, вода и даже воздух, находясь в непосредственной близости, могут быть проводниками электричества и непреднамеренно стать частью электрической цепи. Электрическая боль или травма (поражение электрическим током) могут возникнуть, когда электрическая энергия определенной силы передается на часть тела.

Передача электрической энергии происходит при наличии двух и более электрических контактов с телом:

- между корпусной частью и проводящей частью оборудования;
- между другой частью тела, землей, водой или другой проводящей частью оборудования.

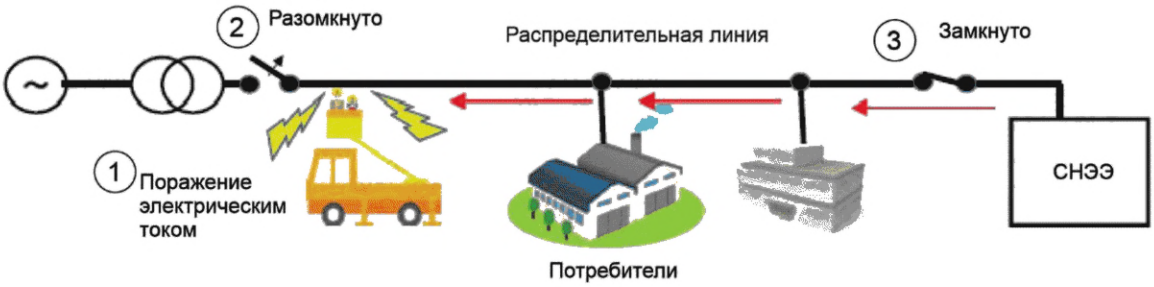
Когда человек получает удар током, электричество проходит между частями тела или через тело к земле. В зависимости от величины, продолжительности, формы волны и частоты тока, воздействие на организм человека варьируется от необнаруживаемого до обнаруживаемого, от болезненного до вредного. Ожоги являются наиболее распространенной травмой, связанной с поражением электрическим током, но поражение электрическим током также может вызвать фибрилляцию желудочков. Дополнительная информация о поражении электрическим током и его воздействии на человека приведена в МЭК 60479-1.

Помимо поражения электрическим током и ожогов электричество представляет собой и другие опасности. Например, дуги, возникающие в результате короткого замыкания во время работы в системах под напряжением, называемые «дуговая вспышка», могут привести к серьезным травмам или началу пожара.

Термические ожоги также могут быть вызваны возгоранием одежды, а также при возникновении электрической дуги. Чрезвычайно высокоэнергетические дуги могут повредить оборудование, в результате чего фрагменты металла разлетятся в разных направлениях. Даже дуги с низким энергопотреблением могут вызывать сильные взрывы в атмосфере, содержащей легковоспламеняющиеся газы, пары или горючую пыль.

Статическое электричество также может вызывать удары током или разряжаться на объект с серьезными последствиями, например: когда трение может привести к накоплению высокого уровня статического электричества в определенном месте объекта. Разряд этого статического заряда может воспламененить горючую смесь. Внезапный разряд статического электричества при прикосновении человека к предмету может может стать причиной испуга или нанести травму, что происходит при работе с пластиковыми трубами и материалами или при нормальной работе прорезиненных приводов либо машинных ремней, используемых на многих рабочих площадках. В этих случаях, например, статическое электричество потенциально может разрядиться и вызвать взрыв, если поблизости находится достаточное количество легковоспламеняющихся или горючих веществ.

Непреднамеренное обособление может оказать значительное влияние на безопасность людей и объектов. Общественность, а также технический персонал могут подвергаться риску поражения электрическим током во время расследования инцидента или во время операций по демонтажу оборудования. Как правило, на линии распределительной электросети отсутствует напряжение во время отключения СНЭЭ, потому что автоматические выключатели распределительной линии размыкаются (см. рисунок В.1). Однако распределительные линии, подключенные к СНЭЭ (зона, которая изначально должна быть без напряжения), находятся под напряжением, если СНЭЭ продолжает работать и не отделена от электросети. Состояние, при котором распределительные линии питаются только за счет электроэнергии, подаваемой от СНЭЭ, называется непреднамеренным обособлением.




Даже если выключатель распределительной линии размыкается, выключатель СНЭЭ не размыкается, если мощность СНЭЭ и спрос потребителей равны.

Рисунок В.1 — Обособление СНЭЭ

### В.3 Механические опасности

Травма по механическим причинам возникает из-за передачи кинетической энергии на часть тела при столкновении между частью тела и частью оборудования. Кинетическая энергия является функцией относительного движения между частью тела и доступными частями оборудования, включая части, выброшенные из оборудования, которые сталкиваются с частью тела.

Примерами кинетических источников энергии являются:

- движение тела относительно острых краев и углов;
- движение детали за счет вращения или других движущихся частей, в том числе в точках защемления;
- движение деталей из-за ослабления или взрыва деталей;
- движение оборудования из-за неустойчивости;
- перемещение оборудования из настенного, потолочного или стоечного монтажа означает выход из строя;
- движение оборудования из-за сбоя в работе;
- частичное движение из-за взрывающейся батареи;
- перемещение оборудования из-за неустойчивости или выхода из строя тележки или подставки;
- смещение из-за механической вибрации;
- перемещение оборудования из-за взаимодействия с природными рисками (наводнение, землетрясение).

К механическим травмам относят трение, давление, ссадины, рваные раны и ушибы, вызывающие более или менее серьезные травмы.

### В.4 Энергетическая опасность

#### В.4.1 Взрывоопасность

Взрывы угрожают жизни и здоровью людей в результате неконтролируемого воздействия пламени и давления, вредных продуктов реакции, выброса осколков и потребления кислорода в окружающем воздухе.

Взрыв — это быстрое расширение газов, приводящее к быстро движущемуся фронту давления или ударной волне. Взрывы классифицируют в зависимости от характера «трансформации» системы, и, как правило, выделяют взрывы физического происхождения и химического происхождения.

Физические взрывы включают в себя взрыв расширяющегося пара кипящей жидкости (BLEVE), который представляет собой сильное взрывное испарение, приводящее к разрыву резервуара, содержащего жидкость с температурой, значительно превышающей ее нормальную точку кипения при атмосферном давлении. В этом случае «трансформация» — это вариация внутренней энергии.

В общем случае взрывы твердых веществ, жидкостей или газов разделяют на два типа: дефлаграции и детонации. В обоих типах реакционная зона распространяется через реагент(ы). Из-за разницы в плотности выделение энергии на единицу объема для жидкостей и твердых тел значительно выше, чем для газообразных реагентов.

Химический взрыв может произойти в результате протекания экзотермической химической реакции или разложения неустойчивых веществ. Рассматривают также горючие пары топливно-воздушной смеси (взрыв газа) и сжигание частиц воздуха/топлива суспензии (взрыв пыли), а трансформация представляет собой реакцию горения взрывоопасной атмосферы. Потенциальная опасность, связанная со взрывоопасной атмосферой, возникает при воспламенении от эффективного источника возгорания.

#### В.4.2 Опасности, связанные с электрическими, магнитными и электромагнитными полями

Высокоуровневая электромагнитная энергия, производимая радиочастотным излучением (RFR), также может вызывать электрические токи или напряжения, которые могут быть источником помех на другом оборудовании, электрические дуги, которые могут воспламенить легковоспламеняющиеся материалы или действовать как источник воспламенения во взрывоопасных зонах взрывоопасной атмосферы.

**В.5 Опасность возгорания**

Опасность возгорания возникает в том случае, если горючие материалы, окислитель и энергия воспламенения находятся в достаточном количестве в одном и том же месте и в одно и то же время. Пожароопасность зависит от взаимодействия этих трех элементов.

На легкость горения материалов влияет размер, форма и осаждение материалов. Например, маленькие кусочки материала, свободно собранные вместе, воспламененяются легче, чем большой кусок этого материала. Комбинация материалов также может влиять на воспламеняемость и горение. Следует учитывать вероятность свойств материалов меняться со временем или в процессе их использования. Такие изменения могут включать в себя возможность разложения материала с выделением горючих газов и паров, что может привести к повышенной опасности возгорания.

Некоторые материалы по своей природе нестабильны, или обладают исключительными окислительными свойствами, или способны к самонагреванию, что влияет на опасность возгорания.

Изменение концентрации кислорода (например, обогащение кислородом) также может существенно повлиять на опасность возгорания.

Опасность возгорания может возникнуть из-за материалов, используемых или выделяемых СНЭЭ, из-за материалов, находящихся в непосредственной близости от СНЭЭ, или из-за материалов, использованных при строительстве СНЭЭ.

Горючие материалы могут быть твердыми веществами, жидкостями или газами органической или неорганической природы.

Наиболее распространенным окислителем является кислород воздуха, но есть и другие окислители, поддерживающие горение, например: нитрат калия ($KNO_3$), перманганат калия ($KMnO_4$), хлорная кислота ($HClO_4$), перекись водорода ($H_2O_2$) и закись азота ($N_2O$).

Примечание — Возможные источники возгорания могут возникнуть из-за влияния:

a) тепловой энергии;

b) электроэнергии;

c) механической энергии;

d) химической энергии.

Электрический пожар возникает из-за преобразования электрической энергии в тепловую, когда тепловая энергия нагревает топливный материал с последующим возгоранием и сгоранием. Электрическая энергия преобразуется в тепловую энергию либо в сопротивлении, либо в дуге и передается материалу топлива.

Возгорание происходит, когда выделение достаточного количества энергии позволяет нагреть элемент топлива за счет теплопроводности, конвекции или теплового излучения до температуры, при которой начинается реакция горения. Следует отметить, что реакция горения неизменно происходит между кислородом и газообразным топливом. В зависимости от характера топлива (газообразного, жидкого или твердого) процесс воспламенения будет отличаться.

Фаза распространения соответствует возникновению огня, связанному с траекторией горения легковоспламеняющихся предметов. На этом этапе положение элементов топлива играет существенную роль в качестве критерия, способствующего или препятствующего развитию пожара.

Опасность возгорания может возникнуть, например, в результате самого пожара, теплового излучения, пожарных стоков или испарившихся материалов. В дополнение к опасности пожара может существовать опасность взрыва.

Опасности, вызванные термическими и химическими пожарами, угрожают людям и окружающей среде. Эти пожары могут значительно различаться по характеру и интенсивности в зависимости от горящего материала (природа, геометрия, количество) и условий горения.

Для газов инициирование происходит в смеси окислителя топлива с пропорциями между нижним пределом воспламеняемости (НПВ) и верхним пределом воспламеняемости (ВПВ). Затраты энергии для начала горения смеси часто очень низкие. Эту энергию, как правило, измеряют в стехиометрических пропорциях реакции горения. Величина этой энергии [называемая минимальной энергией воспламенения (МЭВ)], как правило, составляет порядка нескольких миллиджоулей. Для воспламенения смеси может быть достаточно искры.

В случае жидкостей сгорание происходит за счет выделяемого пара при условии, что скорость выделения паров достаточна для создания легковоспламеняющейся смеси с окружающим воздухом. Кроме того, воспламенение смеси произойдет только в том случае, если будет обеспечено достаточное количество энергии (≥МЭВ), когда температура жидкости выше ее температуры вспышки.

Для твердого топлива явление инициации является более сложным, поскольку оно регулируется теплопередачей внутри материала. Энергия, получаемая топливом, повышает температуру твердого тела до тех пор, пока не будет достигнута температура сублимации или разложения. Этот процесс называется явлением пиролиза. Время начала возгорания зависит от интенсивности теплового потока, тепловых свойств, температуры воспламенения и содержания воды.

### В.6 Температурные опасности

Передача тепловой энергии происходит, когда тело соприкасается с горячей частью оборудования или горячими жидкостями. Степень травмы зависит от разницы температур, тепловой массы объекта, скорости передачи тепловой энергии коже и продолжительности контакта. Восприятие человеческого тела варьируется от тепло до горячо, которое может привести к боли или травме (ожогу).

Воздействие теплового излучения может вызвать ожоги кожи. Наибольшую опасность представляют тепловые виды излучения, исходящие от открытого пламени и взрывов. Воздействие экстремально низких температур также может привести к некоторым травмам кожи и частей тела.

Нормальная эксплуатация, а также неблагоприятные условия могут привести к рассеиванию тепла и, следовательно, к потенциальной тепловой опасности.

Вдыхание горячего дыма может привести к ожогам (от 60 % до 80 % смертельных случаев от ожогов происходят в результате вдыхания большого количества дыма). Немедленные последствия могут включать обмороки, закупорку дыхательных путей, опаленные волосы на лице или носу или и то и другое, а также ожоги вокруг лица и шеи. Вдыхание дыма также может повредить легкие.

### В.7 Химическая опасность

Травма, вызванная опасными веществами, возникает в результате химической реакции с частью тела. Степень повреждения данным веществом зависит как от величины и продолжительности воздействия, так и от восприимчивости части тела к этому веществу.

Кожа и глаза работника могут подвергаться воздействию опасных химических веществ при прямом контакте с загрязненными поверхностями, при осаждении аэрозолей, погружении или брызгах. Химические вещества делятся на два типа: первичные раздражители и сенсибилизаторы. Первичные или прямые раздражители воздействуют непосредственно на кожу вследствие химических реакций. Сенсибилизаторы не могут вызвать немедленных кожных реакций, но повторное воздействие может привести к аллергическим реакциям. Контакт с сильными кислотами или алкалоидами или другими коррозионными или едкими материалами может разрушать или «обжигать» кожу и более глубоко расположенные ткани. Травмы могут быть также вызваны различными химическими веществами, используемыми на рабочих местах. Существуют также непосредственные и долгосрочные опасности от вдыхания, проглатывания или поглощения токсичных химических веществ через кожу.

Химический эффект может быть вызван возгоранием (например, токсичность пожарных газов) или другими причинами (выброс сточных вод при нормальной работе), а также нагреванием химических веществ выше температуры разложения в нормальных или неблагоприятных условиях. Химический эффект также может включать в себя создание взрывоопасной атмосферы путем образования легковоспламеняющихся газов (например, водорода).

Выброс ранее накопленного токсичного газа может создать серьезную опасность с точки зрения массового воздействия на людей в этом районе. Кроме того, это может привести к значительным проблемам, связанным с коррозией.

### В.8 Неподходящие условия труда

К факторам риска, которые могут привести к развитию заболеваний опорно-двигательного аппарата, относят:

- применение чрезмерной силы при подъеме тяжелых предметов, толкании или вытягивании тяжелых грузов, ручном засыпании материалов или при поддержании контроля над оборудованием или инструментами;
- повторяющееся выполнение одних и тех же или похожих задач. Выполнение одного и того же движения или серии движений постоянно или часто в течение длительного периода времени;
- работа в неудобных позах или нахождение в одной и той же позе в течение длительного периода времени;
- прижим тела или части тела (например, руки) к твердым или острым краям или использование руки в качестве молотка.

Низкие температуры в сочетании с любым из вышеперечисленных факторов риска также могут увеличить вероятность развития повреждений опорно-двигательного аппарата.

Другими факторами риска являются:

- чрезмерный шум, который является непрерывным и может со временем повредить слух у находящихся поблизости людей, не использующих защитное слуховое оборудование;
- воздействие радиочастотной энергии достаточной интенсивности на частотах от 3 кГц до 300 ГГц, что может негативно отразиться на личном составе организации.

**Приложение С**
**(обязательное)**

## Методы испытаний механической СНЭЭ с использованием маховичной подсистемы аккумулирования

### С.1 Общие положения

Механические СНЭЭ с использованием подсистемы аккумулирования маховика содержат детали с опасной кинетической энергией и требуют применения средств локализации, обладающих достаточными возможностями для предотвращения воздействия опасных движущихся частей в нормальных и аномальных условиях. Пригодность системы защиты следует оценивать в соответствии с испытаниями, приведенными в С.2—С.4.

### С.2 Цель

Механическая СНЭЭ с использованием подсистемы аккумулирования маховика должна быть сконструирована таким образом, чтобы сдерживать детали с опасной кинетической энергией при наличии в системе потенциальной неисправности, которая отрицательно влияет на движущиеся части.

### С.3 Требование

В результате введения каждого из нештатных условий не должно произойти взрыва или пожара.

Движущаяся(иеся) часть(и) не должна(ы) ослабляться или разъединяться таким образом, чтобы это приводило к возникновению опасного состояния. Если в результате испытания они полностью или частично ослаблены или отсоединены, то средства защитной оболочки должны надежно удерживать часть(и).

### С.4 Метод

Испытания СНЭЭ с опасной кинетической энергией, такой как системы аккумулирования энергии маховика, следует проводить в соответствующих аномальных условиях, указанных ниже, как это определено оценкой риска, чтобы убедиться в том, что опасные движущиеся части удерживаются:

a) при единичном сбое в органах управления системой, который допускает превышение скорости движущихся частей, и ИО работает в условиях превышения скорости;

b) поврежденном или вышедшим из строя подшипнике при работе системы на максимальной скорости, ожидаемой при нормальной эксплуатации;

c) блокировке вала ротора или движущихся частей системы при эксплуатации системы в максимальных условиях эксплуатации;

d) выходе из строя вакуумной системы для системы удержания движущихся частей.

При работе системы при максимальных условиях разрядки инициируют одну из неисправностей, указанных в перечислениях a)—d), и система эксплуатируется до тех пор, пока не произойдет одно из следующих событий:

1) система проработала не менее 30 мин, а температура системы достигла постоянного значения;

2) защитный блок управления срабатывает для остановки работы испытуемого устройства или опасной движущейся части;

3) опасная движущаяся часть ослабла и полностью или частично отсоединена от средств крепления и полностью перестала двигаться;

4) средства сдерживания не сработали.

Примечание — Более подробные методы устранения этих неисправностей приведены в UL 9540.

## Приложение D
## (справочное)

## Стандарты безопасности компонентов

В списке документов в таблице D.1 приведены примеры стандартов безопасности компонентов, которые могут быть использованы для оценки надежности компонента в СНЭЭ.

Таблица D.1 — Примеры стандартов безопасности компонентов для использования в СНЭЭ

| Компонент | Номер стандарта | Титул |
|---|---|---|
| Вспомогательное оборудование | МЭК 60364 (соответствующие части) | Низковольтные электроустановки |
| Вспомогательное оборудование | МЭК 60947-7 (соответствующие части) | Аппаратура распределения и управления низковольтная |
| Аккумуляторы, проточные батареи | МЭК 62932-2-2 | Системы накопления энергии батарейные проточные. Часть 2-2. Требования безопасности и методы испытаний |
| Высокотемпературные аккумуляторы | МЭК 62984-2 | Батареи вторичные высокотемпературные. Часть 2. Требования безопасности и методы испытаний |
| Свинцово-кислотные (вентилируемые) аккумуляторы | МЭК 60896-11 | Батареи свинцово-кислотные стационарные. Часть 11. Открытые типы. Общие требования и методы испытаний |
| Свинцово-кислотные аккумуляторы | МЭК 60896-21 | Батреи свинцово-кислотные стационарные. Часть 21.Типы с регулирующим клапаном. Методы испытаний |
| Свинцово-кислотные (клапанно-регулируемые) аккумуляторы | МЭК 60896-22 | Батареи свинцово-кислотные стационарные. Часть 22. Типы с регулирующим клапаном. Требования |
| Литий-ионные аккумуляторы | МЭК 62619 | Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Требования безопасности для литиевых аккумуляторов и батарей промышленных применений |
| Литий-ионные аккумуляторы | МЭК 63056 | Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Аккумуляторы и батареи литиевые для использования в системах накопления электрической энергии. Требования безопасности и методы испытаний |
| Герметизированные никель-металлгидридные батареи | МЭК 63115-2 | Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Герметичные никель-металлгидридные аккумуляторы и модули для промышленного использования. Часть 2. Безопасность |
| Соединители | МЭК 60999-1 | Устройства соединительные. Медные электропровода. Требования безопасности к винтовым и безвинтовым зажимам. Часть 1. Общие и частные требования к зажимам для проводов сечением от 0,2 до 35 мм$^2$ (включительно) |
| Соединители | МЭК 60999-2 | Устройства соединительные. Провода электрические медные. Требования безопасности к зажимным элементам винтового и безвинтового типа. Часть 2. Частные требования к зажимным элементам для проводников площадью от 35 до 300 мм$^2$ (включительно) |
| Соединители | МЭК 61984 | Соединители. Требования и испытания безопасности |

*Продолжение таблицы D.1*

| Компонент | Номер стандарта | Титул |
|---|---|---|
| Электрические кабели | МЭК 62440 | Электрокабели с расчетным напряжением, не превышающим 450/750 В. Руководство по использованию |
| Электрическое управление | МЭК 60730-1 | Автоматические электрические управляющие устройства. Часть 1. Общие требования |
| Система топливных элементов | МЭК 62282-3-100 | Технологии топливных элементов. Часть 3-100. Стационарные энергоустановки на топливных элементах. Безопасность |
| Предохранители | МЭК 60127-1 | Предохранители миниатюрные плавкие. Часть 1. Терминология для миниатюрных плавких предохранителей и общие требования к миниатюрным плавким вставкам |
| ОВК | МЭК 60335-2-40 | Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Часть 2-40. Частные требования к электрическим тепловым насосам, воздушным кондиционерам и осушителям |
| Системы изоляции | МЭК 60085 | Электрическая изоляция. Классификация по термическим свойствам |
| ITE, аудио/видео, коммуникационное оборудование | UL 62368-1 | Оборудование для аудио/видео, информационных и коммуникационных технологий. Часть 1. Требования безопасности |
| Краски, лаки | ИСО 12944 (соответствующие части) | Материалы лакокрасочные. Защита стальных конструкций от коррозии при помощи лакокрасочных систем |
| Вилки, розетки | МЭК 60309 (соответствующие части) | Вилки, стационарные или переносные штепсельные розетки и розетки прибора промышленного назначения. |
| Силовое преобразовательное оборудование | МЭК 62109-1 | Безопасность силовых преобразователей для фотоэлектрических систем. Часть 1. Общие требования |
| Силовое преобразовательное оборудование | МЭК 62109-2 | Безопасность преобразователей энергии для использования в фотоэлектрических силовых системах. Часть 2. Частные требования к инвертерам |
| Силовое преобразовательное оборудование | МЭК 62477-1 | Требования безопасности к системам и оборудованию силовых электронных преобразователей. Часть 1. Общие положения |
| Силовое преобразовательное оборудование | МЭК 62477-2 | Требования безопасности к силовым электронным преобразовательным системам и оборудованию. Часть 2. Силовые электронные преобразователи на напряжение от 1000 В переменного тока или 1500 В постоянного тока до 36 кВ переменного тока или 54 кВ постоянного тока |
| Силовое преобразовательное оборудование | МЭК 62909-1 | Преобразователи силовые двунаправленные, подсоединенные к электросети. Часть 1. Общие требования |
| Силовое преобразовательное оборудование | МЭК 62909-2 | Преобразователи силовые двунаправленные, подсоединенные к электросети. Часть 2. Интерфейс GCPC и распределенные источники энергии |
| Источники питания | МЭК 61204-7 | Источники питания низковольтные, вырабатывающие постоянный ток. Часть 7. Требования безопасности |
| Реле | МЭК 61810-1 | Реле логические электромеханические элементарные. Часть 1. Общие требования и требования безопасности |
| Устройства защиты дифференциального тока | МЭК 60755 | Устройства защитные, управляемые дифференциальным (остаточным) током. Общие требования безопасности |

*Окончание таблицы D.1*

| Компонент | Номер стандарта | Титул |
|---|---|---|
| Электромагнитные клапаны | МЭК 60730-2-8 | Автоматические электрические управляющие устройства. Часть 2-8. Частные требования к электроприводным водяным клапанам, включая требования к механическим характеристикам |
| Шнуры питания, кабели | МЭК 60227-1 | Кабели с поливинилхлоридной изоляцией на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Часть 1. Общие требования |
| Шнуры питания, кабели | МЭК 60245-1 | Кабели с резиновой изоляцией на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Часть 1. Общие требования |
| Защита от перенапряжения | МЭК 61643-11 | Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 11. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к низковольтным системам распределения электроэнергии. Требования и методы испытаний |
| Переключатели | МЭК 61058-1 | Выключатели для электроприборов. Часть 1. Общие требования |
| Распределительные устройства и устройства управления | МЭК 60947-1 | Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие правила |
| Распределительные устройства и устройства управления для высокого напряжения | МЭК 62271 (соответствующие части) | Устройства комплектные распределительные |
| Переключаемые источники питания | МЭК 61558-2-16 | Безопасность силовых трансформаторов, реакторов, источников питания и аналогичных изделий. Часть 2-16. Частные требования и методы испытаний источников питания в режиме переключения и трансформаторов для источников питания в режиме переключения общего назначения |
| Тепловые связи | МЭК 60691 | Вставки плавкие. Требования и руководство по применению |
| Термисторы | МЭК 60738-1 | Терморезисторы прямого подогрева с положительным температурным коэффициентом сопротивления. Часть 1. Общие технические условия |
| Трансформаторы | МЭК 61558-1 | Безопасность силовых трансформаторов, источников питания, реакторов и аналогичных изделий. Часть 1. Общие требования и испытания |
| Варисторы | МЭК 61643-331 | Компоненты низковольтных защитных устройств от перенапряжения. Часть 331. Требования к эксплуатационным характеристикам и методы испытаний металлооксидных варисторов (MOV) |
| Обмоточные провода | МЭК 60317 (соответствующие части) | Технические условия на конкретные типы обмоточных проводов. |
| Проводка | МЭК 60227-1 | Кабели с поливинилхлоридной изоляцией на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Часть 1. Общие требования |
| Проводка | МЭК 63294 | Методы испытаний электрических кабелей номинальным напряжением до 450/750 В включительно |

**Приложение ДА**
**(справочное)**

## Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов, документов национальным и межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

| Обозначение ссылочного международного стандарта, документа | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта |
|---|---|---|
| IEC 60068-2-52 | — | * |
| IEC 60079-2:2014 | IDT | ГОСТ IEC 60079-2—2013 «Взрывоопасные среды. Часть 2. Оборудование с видом взрывозащиты «оболочки под избыточным давлением «р»» |
| IEC 60204-1 | IDT | ГОСТ Р МЭК 60204-1—2007 «Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Часть 1. Общие требования» |
| IEC 60204-11 | — | * |
| IEC 60364 (all parts) | MOD | ГОСТ 30331.1—2013 (IEC 60364-1:2005) «Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения» |
| | MOD | ГОСТ Р 50571.1—2009 (МЭК 60364-1:2005) «Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения» |
| | IDT | ГОСТ Р 50571.17—2000 (МЭК 60364-4-482-82) «Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Глава 48. Выбор мер защиты в зависимости от внешних условий. Раздел 482. Защита от пожара» |
| | IDT | ГОСТ Р 50571.5.51—2013/МЭК 60364-5-51:2005 «Электроустановки низковольтные. Часть 5-51. Выбор и монтаж электрооборудования. Общие требования» |
| | IDT | ГОСТ Р 50571.5.52—2011/МЭК 60364-5-52:2009 «Электроустановки низковольтные. Часть 5-52. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки» |
| | IDT | ГОСТ Р 50571.5.53—2013/МЭК 60364-5-53:2002 «Электроустановки низковольтные. Часть 5-53. Выбор и монтаж электрооборудования. Отделение, коммутация и управление» |
| | IDT | ГОСТ Р 50571.5.54—2013/МЭК 60364-5-54:2011 «Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов» |
| | MOD | ГОСТ Р 50571.29—2009 (МЭК 60364-5-55:2008) «Электрические установки зданий. Часть 5-55. Выбор и монтаж электрооборудования. Прочее оборудование» |
| | IDT | ГОСТ Р 50571.5.56—2013/МЭК 60364-5-56:2009 «Электроустановки низковольтные Часть 5-56. Выбор и монтаж электрооборудования. Системы обеспечения безопасности» |

*Продолжение таблицы ДА.1*

| Обозначение ссылочного международного стандарта, документа | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта |
|---|---|---|
| IEC 60364 (all parts) | IDT | ГОСТ Р 50571.25—2001 «Электроустановки зданий. Часть 7. Требования к специальным электроустановкам. Электроустановки зданий и сооружений с электрообогреваемыми полами и поверхностями» |
| | IDT | ГОСТ Р 50571.7.701—2013. «Электроустановки низковольтные. Часть 7. Требования к специальным установкам или местам их размещения. Раздел 701. Помещения для ванных и душевых комнат» |
| | IDT | ГОСТ Р 50571.23—2000 (МЭК 60364-7-704—89) «Электроустановки зданий. Часть 7. Требования к специальным электроустановкам. Раздел 704. Электроустановки строительных площадок» |
| | IDT | ГОСТ Р 50571.7.705—2012/МЭК 60364-7-705:2006. «Электроустановки низковольтные. Часть 7-705. Требования к специальным электроустановкам или местам их расположения. Электроустановки для сельскохозяйственных и садоводческих помещений» |
| | IDT | ГОСТ Р 50571.22—2000 (МЭК 60364-7-707—84) «Электроустановки зданий. Часть 7. Требования к специальным электроустановкам. Раздел 707. Заземление оборудования обработки информации» |
| | MOD | ГОСТ Р 50571.28—2006 (МЭК 60364-7-710:2002) «Электроустановки зданий. Часть 7-710. Требования к специальным электроустановкам. Электроустановки медицинских помещений» |
| | IDT | ГОСТ Р 50571.7.717—2011/ МЭК 60364-7-717:2009 «Электроустановки низковольтные. Часть 7-717. Требования к специальным установкам или местам их расположения. Мобильные или транспортируемые модули» |
| | IDT | ГОСТ Р 50571.27—2003 (МЭК 60364-7-740-2000) «Электроустановки зданий. Часть 7-740. Требования к специальным установкам или местам их расположения. Временные электрические установки для сооружений, устройств для развлечений и павильонов» |
| IEC 60364-4-41:2005 | IDT | ГОСТ Р 50571.3—2009 (МЭК 60364-4-41:2005) «Электроустановки низковольтные. Часть 4-41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током» |
| IEC 60364-4-43 | IDT | ГОСТ Р 50571.4.43—2012/МЭК 60364-4-43:2008 «Электроустановки низковольтные. Часть 4-43. Требования по обеспечению безопасности. Защита от сверхтока» |
| IEC 60364-4-44 | MOD | ГОСТР 50571.4.44—2019 (МЭК 60364-4-44:2007) «Электроустановки низковольтные. Часть 4-44. Защита для обеспечения безопасности. Защита от резких отклонений напряжения и электромагнитных возмущений» |
| IEC 60364-6:2016 | IDT | ГОСТ Р 50571.16—2019/МЭК 60364-6:2016 «Электроустановки низковольтные. Часть 6. Испытания» |
| IEC 60529 | MOD | ГОСТ 14254—2015 (IEC 60529:2013) «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)» |
| IEC 60664-1:2020 | IDT | ГОСТ IEC 60664-1—2023 «Координация изоляции для оборудования низковольтных систем питания. Часть 1. Принципы, требования и испытания» |
| IEC 60695-11-10 | — | * |

*Продолжение таблицы ДА.1*

| Обозначение ссылочного международного стандарта, документа | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта |
|---|---|---|
| IEC 60730-1:2020 | IDT | ГОСТ IEC 60730-1—2016 «Автоматические электрические управляющие устройства. Часть 1. Общие требования» |
| IEC 60730-2-9 | IDT | ГОСТ IEC 60730-2-9—2011 «Автоматические электрические управляющие устройства бытового и аналогичного назначения. Часть 2-9. Частные требования к термочувствительным управляющим устройствам» |
| IEC 60947-5-1 | IDT | ГОСТ IEC 60947-5-1—2014 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-1. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления» |
| IEC 61000-1-2 | IDT | ГОСТ IEC/TS 61000-1-2—2015 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 1-2. Общие положения. Методология достижения функциональной безопасности электрических и электронных систем, включая оборудование, в отношении электромагнитных помех» |
| IEC 61000-6-1 | MOD | ГОСТ 30804.6.1—2013 (IEC 61000-6-1:2005) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением. Требования и методы испытаний» |
| IEC 61000-6-2 | MOD | ГОСТ 30804.6.2—2013 (IEC 61000-6-2:2005) «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний» |
| IEC 61000-6-3 | IDT | ГОСТ IEC 61000-6-3—2016 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-3. Общие стандарты. Стандарт электромагнитной эмиссии для жилых, коммерческих и легких промышленных обстановок» |
| IEC 61000-6-4 | IDT | ГОСТ IEC 61000-6-4—2016 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-4. Общие стандарты. Стандарт электромагнитной эмиссии для промышленных обстановок» |
| IEC 61000-6-5 | IDT | ГОСТ IEC 61000-6-5—2017 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-5. Общие стандарты. Помехоустойчивость оборудования, используемого в обстановке электростанции и подстанции» |
| IEC 61000-6-7 | IDT | ГОСТ IEC 61000-6-7—2019 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-7. Общие стандарты. Требования помехоустойчивости для оборудования, предназначенного для выполнения функций в системе, связанной с безопасностью (функциональная безопасность) в промышленных расположениях» |
| IEC TR 61340-1 | IDT | ГОСТ IEC TR 61340-1—2023 «Электростатика. Электростатические явления. Физические основы и методы измерений» |
| IEC 61439-1 | IDT | ГОСТ IEC 61439-1—2024 «Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Общие требования» |

*Продолжение таблицы ДА.1*

| Обозначение ссылочного международного стандарта, документа | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта |
|---|---|---|
| IEC 61508 (all parts) | IDT | ГОСТ Р МЭК 61508-1—2012 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 1. Общие требования» |
| | IDT | ГОСТ Р МЭК 61508-2—2012 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 2. Требования к системам» |
| | IDT | ГОСТ IEC 61508-3—2018 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 3. Требования к программному обеспечению» |
| | IDT | ГОСТ Р МЭК 61508-4—2012 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 4. Термины и определения» |
| | IDT | ГОСТ Р МЭК 61508-5—2012 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 5. Рекомендации по применению методов определения уровней полноты безопасности» |
| | IDT | ГОСТ Р МЭК 61508-6—2012 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 6. Руководство по применению ГОСТ Р МЭК 61508-2 и ГОСТ Р МЭК 61508-3» |
| | IDT | ГОСТ Р МЭК 61508-7—2012 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 7. Методы и средства» |
| IEC 61511 (all parts) | IDT | ГОСТ Р 59790—2021/IEC TR 61511-0:2018 «Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 0. Функциональная безопасность для промышленных процессов и МЭК 61511» |
| | IDT | ГОСТ Р МЭК 61511-1—2018 «Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 1. Термины, определения и технические требования» |
| | IDT | ГОСТ Р МЭК 61511-2—2018 «Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 2. Руководство по применению МЭК 61511-1» |
| | IDT | ГОСТ Р МЭК 61511-3—2018 «Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 3. Руководство по определению требуемых уровней полноты безопасности» |
| | IDT | ГОСТ Р 59504—2021/IEC TR 61511-4:2020 «Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 4. Пояснение и обоснование изменений, внесенных в МЭК 61511-1 из издания 1 в издание 2» |
| IEC 61936-1 | — | * |
| IEC TS 61936-2 | — | * |
| IEC 62061 | IDT | ГОСТ Р МЭК 62061—2015 «Безопасность оборудования. Функциональная безопасность систем управления электрических, электронных и программируемых электронных, связанных с безопасностью» |

*Окончание таблицы ДА.1*

| Обозначение ссылочного международного стандарта, документа | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта |
|---|---|---|
| IEC 62109-1 | — | * |
| IEC 62109-2 | — | * |
| IEC 62116:2014 | MOD | ГОСТ Р 57228—2016 (МЭК 62116:2014) «Системы фотоэлектрические, работающие параллельно с распределительной электрической сетью. Методы испытаний средств защитного секционирования» |
| IEC 62305-2 | IDT | ГОСТ Р МЭК 62305-2—2010 «Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 2. Оценка риска» |
| IEC 62443-3-3 | IDT | ГОСТ Р МЭК 62443-3-3—2016 «Сети промышленной коммуникации. Безопасность сетей и систем. Часть 3-3. Требования к системной безопасности и уровни безопасности» |
| IEC 62477-1:2022 | — | * |
| IEC 62477-2 | — | * |
| IEC 62689-2 | — | * |
| IEC 62909-1 | MOD | ГОСТ 34966.1—2023 (IEC 62909-1:2017) «Преобразователи силовые двунаправленные, подсоединенные к электросети. Часть 1. Общие требования» |
| IEC 62909-2 | — | * |
| IEC 62933-1 | NEQ | ГОСТ Р 58092.1—2021 «Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Термины и определения |
| IEC 62933-5-2 | MOD | ГОСТ Р 58092.5.2—2024 (МЭК 62933-5-2:2020) «Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Безопасность систем, работающих в составе сети. Требования к СНЭЭ с подсистемами электрохимического аккумулирования энергии» |
| ISO 1182 | IDT | ГОСТ Р ИСО 1182—2014 «Испытания строительных материалов и изделий на пожарную опасность. Метод испытания на негорючесть» |
| ISO 7010 | — | * |
| ISO 12100:2010 | IDT | ГОСТ ISO 12100—2013 «Безопасность машин. Основные принципы конструирования. Оценки риска и снижения риска» |
| ISO 13849 (all parts) | IDT | ГОСТ ISO 13849-1—2014 «Безопасность оборудования. Элементы систем управления, связанные с безопасностью. Часть 1. Общие принципы конструирования» |
| ISO 15649 | — | * |
| ASME B31.1 | — | * |
| ASME B31.3 | — | * |
| IEEE Std 1547.1-2020 | — | * |

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

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

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

## Библиография


IEC 60050-192:2015 — International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 192: Dependability (available at www.electropedia.org) (Международный электротехнический словарь. Часть 192. Надежность)

IEC 60050-395:2014 — International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 395: Nuclear instrumentation — Physical phenomena, basic concepts, instruments, systems, equipment and detectors (available at gost.e-ecolog.ru ) (Международный электротехнический словарь. Часть 395. Ядерное приборостроение. Физические процессы, основные понятия, приборы, системы, оборудование и детекторы)

IEC 60050-415:1999 — International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 415: Wind turbine generator systems (available at gost.e-ecolog.ru ) (Международный электротехнический словарь. Часть 415. Ветрогенераторы)

IEC 60050-448:1995 — International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 448: Power system protection (available at gost.e-ecolog.ru ) (Международный электротехнический словарь. Глава 448. Защита энергетических систем)

IEC 60050-617:2009 — International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 617: Organization/Market of electricity (available at gost.e-ecolog.ru ) (Международный электротехнический словарь. Часть 617. Организация/рынок электроэнергии)

IEC 60050-651:2014 — International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 651: Live working (available at www.electropedia.org) (Международный электротехнический словарь. Часть 651. Работа под напряжением)

IEC 60050-821:2017 — International Electrotechnical Vocabulary(IEV) — Part 821: Signalling and security apparatus for railways (available at gost.e-ecolog.ru ) (Международный электротехнический словарь. Часть 821. Сигнальные приборы и приборы, обеспечивающие безопасность движения на железных дорогах)

IEC 60050-903:2013 — International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 903: Risk assessment (available at gost.e-ecolog.ru ) (Международный электротехнический словарь. Часть 903. Оценка риска)

IEC 60050-904:2014 — International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 904: Environmental standardization for electrical and electronic products and systems (available at gost.e-ecolog.ru ) (Международный электротехнический словарь. Часть 904. Стандартизация в области окружающей среды для электрических и электронных изделий и систем)

IEC 60079-0 — Explosive atmospheres — Part 0: Equipment — General requirements (Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования)

IEC 60079-10-1 — Explosive atmospheres — Part 10-1: Classification of areas — Explosive gas atmospheres (Взрывоопасные среды. Часть 10-1. Классификация зон. Взрывоопасные газовые среды)

IEC 60079-10-2 — Explosive atmospheres — Part 10-2: Classification of areas — Explosive dust atmospheres (Взрывоопасные среды. Часть 10-2. Классификация зон. Взрывоопасные пылевые среды)

IEC 60085 — Electrical insulation — Thermal evaluation and designation (Электрическая изоляция. Классификация по термическим свойствам)

IEC 60127-1 — Miniature fuses — Part 1: Definitions for miniature fuses and general requirements for miniature fuse-links (Предохранители миниатюрные плавкие. Часть 1. Терминология для миниатюрных плавких предохранителей и общие требования к миниатюрным плавким вставкам)

IEC 60227-1 — Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V — Part 1: General requirement (Кабели с поливинилхлоридной изоляцией на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Часть 1. Общие требования)

IEC 60245-1 — Rubber insulated cables — Rated voltages up to and including 450/750 V — Part 1: General requirements (Кабели с резиновой изоляцией на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Часть 1. Общие требования)

| | |
|---|---|
| IEC 60309 (relevant parts) | Plugs, fixed or portable socket-outlets and appliance inlets for industrial purposes (Вилки, стационарные или переносные штепсельные розетки и розетки прибора промышленного назначения) |
| IEC 60317 (relevant parts) | Specifications for particular types of winding wires (Технические условия на обмоточные провода конкретных типов) |
| IEC 60335-2-40 | Household and similar electrical appliances — Safety — Part 2-40: Particular requirements for electrical heat pumps, air-conditioners and dehumidifiers (Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Часть 2-40. Частные требования к электрическим тепловым насосам, воздушным кондиционерам и осушителям) |
| IEC 60364-4-42:2014 | Low-voltage electrical installations — Part 4-42: Protection for safety — Protection against thermal effects (Электроустановки низковольтные. Часть 4-42. Защита для обеспечения безопасности. Защита от тепловых воздействий) |
| IEC 60479-1 | Effects of current on human beings and livestock — Part 1: General aspects (Воздействие электрического тока на человека и животных. Часть 1. Общие вопросы) |
| IEC 60691 | Thermal-links — Requirements and application guide (Вставки плавкие. Требования и руководство по применению) |
| IEC 60730-1 | Automatic electrical controls — Part 1: General requirements (Автоматические электрические управляющие устройства. Часть 1. Общие требования) |
| IEC 60730-2-8 | Automatic Electrical Controls — Part 2-8: Particular requirements for electrically operated water valves, including mechanical requirements (Автоматические электрические управляющие устройства. Часть 2-8. Частные требования к электроприводным водяным клапанам, включая требования к механическим характеристикам) |
| IEC 60738-1 | Thermistors — Directly heated positive temperature coefficient — Part 1: Generic specification (Терморезисторы прямого подогрева с положительным температурным коэффициентом сопротивления с единичной ступенчатой функцией. Часть 1. Общие технические условия) |
| IEC 60755 | General safety requirements for residual current operated protective devices [Устройства защитные, управляемые дифференциальным (остаточным) током. Общие требования безопасности] |
| IEC 60812:2018 | Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA) [Анализ видов и последствий отказов (FMEA и FMECA)] |
| IEC 60896-11 | Stationary lead-acid batteries — Part 11: Vented types — General requirements and methods of tests (Батареи свинцово-кислотные стационарные. Часть 11. Открытые типы. Общие требования и методы испытаний) |
| IEC 60896-21 | Stationary lead-acid batteries — Part 21: Valve regulated types — Methods of tests (Батареи аккумуляторные свинцовые стационарные. Часть 21. Типы батарей с клапанным регулированием. Методы испытаний) |
| IEC 60896-22 | Stationary lead-acid batteries — Part 22: Valve regulated types — Requirements (Батареи аккумуляторные свинцовые стационарные. Часть 22. Типы батарей с клапанным регулированием. Требования) |
| IEC 60947-1 | Low-voltage switchgear and controlgear — Part 1: General rules (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие правила) |
| IEC 60947-7 (relevant parts) | Low-voltage switchgear and controlgear — Part 7: Ancillary equipment (Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные. Часть 7. Вспомогательное оборудование) |

| | |
|---|---|
| IEC 60999-1 | Connecting devices — Electrical copper conductors — Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units — Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 $mm^2$ up to 35 $mm^2$ (included) [Устройства соединительные. Медные электропровода. Требования безопасности к винтовым и безвинтовым зажимам. Часть 1. Общие и частные требования к зажимам для проводов сечением от 0,2 до 35 $мм^2$ (включительно)] |
| IEC 60999-2 | Connecting devices — Electrical copper conductors — Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units — Part 2: Particular requirements for clamping units for conductors above 35 $mm^2$ up to 300 $mm^2$ (included) [Устройства соединительные. Провода электрические медные. Требования безопасности к зажимным элементам винтового и безвинтового типа. Часть 2. Частные требования к зажимным элементам для проводников площадью от 35 до 300 $мм^2$ (включительно)] |
| IEC 61000 (all parts) | Electromagnetic compatibility (EMC) (Электромагнитная совместимость) |
| IEC 61025:2006 | Fault tree analysis (FTA) (Анализ диагностического дерева неисправностей) |
| IEC 61058-1 | Switches for appliances — Part 1: General requirements (Выключатели для электроприборов. Часть 1. Общие требования) |
| IEC 61140 | Protection against electric shock — Common aspects for installation and equipment (Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования) |
| IEC 61204-7 | Low-voltage switch mode power supplies — Part 7: Safety requirements (Источники питания низковольтные, вырабатывающие постоянный ток. Часть 7. Требования безопасности) |
| IEC 61508-1 | Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems — Part 1: General requirements (Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 1. Общие требования) |
| IEC 61508-4:2010 | Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems — Part 4: Definitions and abbreviations (Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 4. Определения и сокращения) |
| IEC 61558-1 | Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof — Part 1: General requirements and tests (Безопасность силовых трансформаторов, источников питания, реакторов и аналогичных изделий. Часть 1. Общие требования и испытания) |
| IEC 61558-2-16 | Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof — Part 2-16: Particular requirements and tests for switch mode power supply units and transformers for switch mode power supply units for general applications (Безопасность силовых трансформаторов, реакторов, источников питания и аналогичных изделий. Часть 2-16. Частные требования и методы испытаний источников питания в режиме переключения и трансформаторов для источников питания в режиме переключения общего назначения) |
| IEC 61643-11 | Low-voltage surge protective devices — Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems — Requirements and test methods (Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 11. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к низковольтным системам распределения электроэнергии. Требования и методы испытаний) |
| IEC 61643-331 | Components for low-voltage surge protection — Part 331: Performance requirements and test methods for metal oxide varistors (MOV) [Компоненты низковольтных устройств защиты от перенапряжений. Часть 331. Требования к эксплуатационным характеристикам и методы испытаний металлооксидных варисторов (MOV)] |
| IEC 61810-1 | Electromechanical elementary relays — Part 1: General and safety requirements (Реле логические электромеханические элементарные. Часть 1. Общие требования и требования безопасности) |
| IEC 61882:2016 | Hazard and operability studies (HAZOP studies) — Application guide [Исследования опасности и работоспособности (HAZOP). Руководство по применению] |

| | |
|---|---|
| IEC 61984 | Connectors — Safety requirements and tests (Соединители. Требования и испытания безопасности) |
| IEC 62040-1:2022 | Uninterruptible power systems (UPS) — Part 1: Safety requirements [Системы бесперебойного энергоснабжения (UPS). Часть 1. Требования безопасности] |
| IEC 62271 (relevant parts) | High-voltage switchgear and controlgear (Устройства комплектные распределительные. Часть 306. Руководство по МЭК 62271-100, МЭК 62271-1 и другим стандартам МЭК на выключатели переменного тока) |
| IEC 62282-3-100 | Fuel cell technologies — Part 3-100: Stationary fuel cell power systems — Safety (Технологии топливных элементов. Часть 3-100. Стационарные энергоустановки на топливных элементах. Безопасность) |
| IEC 62351 (all parts) | Power systems management and associated information exchange — Data and communications security (Управление энергосистемами и связанный с ним обмен информацией. Безопасность данных и коммуникаций) |
| IEC TS 62351-2:2008 | Power systems management and associated information exchange — Data and communications security — Part 2: Glossary of terms (Управление энергосистемами и связанный с ним обмен информацией. Безопасность данных и коммуникаций. Часть 2. Словарь терминов) |
| IEC 62368-1:2018 | Audio/video, information and communication technology equipment — Part 1: Safety requirements (Аудио-, видеоаппаратура, оборудование информационных технологий и техники связи. Часть 1. Требования безопасности) |
| IEC 62440 | Electric cables with a rated voltage not exceeding 450/750 V — Guide to use (Электрокабели с расчетным напряжением, не превышающим 450/750 В. Руководство по использованию) |
| IEC TS 62443-1-1:2009 | Industrial communication networks — Network and system security — Part 1-1: Terminology, concepts and models (Безопасность систем промышленной автоматизации и управления. Часть 1-1. Схема профилей безопасности МЭК 62443) |
| IEC 62485-1:2015 | Safety requirements for secondary batteries and battery installations — Part 1: General safety information (Батареи аккумуляторные и аккумуляторные установки. Требования безопасности. Часть 1. Общие требования безопасности) |
| IEC 62531:2012 | Property Specification Language (PSL) [Стандарт для языка описания свойств (PSL)] |
| IEC 62619 | Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications (Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Требования безопасности для литий-ионных аккумуляторов и батарей для промышленных применений) |
| IEC TS 62686-1:2020 | Process management for avionics — Electronic components for aerospace, defence and high performance (ADHP) applications — Part 1: General requirements for high reliability integrated circuits and discrete semiconductors (Менеджмент процессов в авионике. Электронные компоненты с высокими эксплуатационными характеристиками, а также аэрокосмического и военного назначения. Часть 1. Общие требования к интегральным схемам и дискретным полупроводниковым приборам высокой надежности) |
| IEC 62932-2-2 | Flow battery energy systems for stationary applications — Part 2-2: Safety requirements (Энергосистемы на основе проточных батарей стационарные. Часть 2-2. Требования безопасности) |
| IEC 62984-2 | High-temperature secondary batteries — Part 2: Safety requirements and tests (Батареи высокотемпературные. Часть 2. Требования безопасности и испытания) |
| IEC 62990-2 | Work place atmospheres — Part 2: Gas detectors — Selection, installation, use and maintenance of detectors for toxic gas and vapours (Воздух рабочей зоны. Часть 2. Газоанализаторы. Выбор, установка, использование и обслуживание детекторов токсичных газов и паров) |

| | |
|---|---|
| IEC 63056 | Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Safety requirements for secondary lithium cells and batteries for use in electrical energy storage systems (Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Требования безопасности для литиевых аккумуляторов и батарей для использования в системах накопления электрической энергии) |
| IEC 63115-2 | Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Sealed nickel-metal hydride cells and batteries for use in industrial applications — Part 2: Safety (Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Герметичные никель-металлгидридные аккумуляторы и модули для промышленного использования. Часть 2. Безопасность) |
| IEC 63294 | Test methods for electric cables with rated voltages up to and including 450/750 V methods (Методы испытаний электрических кабелей номинальным напряжением до 450/750 В включительно) |
| IEC Guide 104 | The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications (Подготовка публикаций по безопасности и использование основополагающих и групповых публикаций по безопасности) |
| IEC White paper | Electrical Energy Storage |
| ISO/IEC Guide 51 | Safety aspects — Guidelines for their inclusion in standards (Аспекты безопасности. Руководящие указания по их включению в стандарты) |
| IEC/ISO 31010 | Risk management — Risk assessment techniques (Менеджмент риска. Технологии оценки риска) |
| ISO/IEC 14543-2-1:2006 | Information technology — Home electronic systems (HES) architecture — Part 2-1: Introduction and device modularity [Информационная технология. Архитектура электронных систем домов (HES). Часть 2-1. Введение и принцип модульности устройств] |
| ISO 12944 (relevant parts) | Paints and varnishes — Corrosion protection of steel structures by protective paint systems (Материалы лакокрасочные. Защита стальных конструкций от коррозии при помощи лакокрасочных систем) |
| ISO 13732-1:2006 | Ergonomics of the thermal environment — Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces — Part 1: Hot surfaces (Эргономика термальной среды. Методы оценки реакции человека при контакте с поверхностями. Часть 1. Горячие поверхности) |
| ISO 13850:2015 | Safety of machinery — Emergency stop function — Principles for design (Безопасность машин. Аварийный останов. Принципы проектирования) |
| ISO 13857:2019 | Safety of machinery — Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs (Безопасность машин. Безопасные расстояния для предохранения верхних и нижних конечностей от попадания в опасную зону) |
| ISO 13943:2017 | Fire safety — Vocabulary (Пожарная безопасность. Словарь) |
| ISO 19353:2019 | Safety of machinery — Fire prevention and fire protection IEEE 1584-2018, IEEE Guide for Performing Arc Flash Hazard Calculations NFPA 68, Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting (Безопасность машин. Предотвращение пожара и защита от него) |
| NFPA 69 | Standard on Explosion Prevention Systems (Стандарт на системы защиты от взрывов) |
| NFPA 70:2023 | National Electrical Code (NEC) [Национальный электротехнический кодекс (NEC)] |
| NFPA 70E | Standard for Electrical Safety in the Workplace (Стандарт электробезопасности на рабочем месте) |
| UL 9540 | Standard for Energy Storage Systems and Equipment (Стандарт для систем и оборудования для хранения энергии) |
| UL 9540A | Standard for Test Method for Evaluating Thermal Runaway Fire Propagation in Battery Energy Storage Systems (Стандарт на метод испытаний для оценки распространения теплового пожара в системах аккумуляторного хранения энергии) |

UL 62368-1 Audio/Video, Information and Communication Technology Equipment — Part 1: Safety Requirements (Оборудование для аудио/видео, информационных и коммуникационных технологий. Часть 1. Требования безопасности)

J. C. Das, «Arc-flash hazard calculations in LV and MV DC systems—Part II: analysis», IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 50, pp. 1698—1705, May/June, 2014

F. M. Gatta, A. Geri, M. Maccioni, S. Lauria, F. Palone «Arc-flash in large battery energy storage systems — Hazard calculation and mitigation», IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), Rome, June, 7—10, 2016

УДК 621.355.9: 621.331:006.354

ОКС 47.020.60
27.010
29.020
29.220
29.240.99

Ключевые слова: системы накопления электрической энергии, батареи, безопасность, оценка и снижение рисков

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

Сдано в набор 29.12.2025. Подписано в печать 03.02.2026. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 8,84. Уч.-изд. л. 7,51.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

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

gost.e-ecolog.ru