ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71772— 2024 (МЭК 62282-4-101: 2022)

ТЕХНОЛОГИИ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Часть 4-101

Энергоустановки на топливных элементах для электрической подъемно-транспортной техники. Безопасность

(IEC 62282-4-101:2022, MOD)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Обществом с ограниченной ответственностью «Центр водородной энергетики» (ООО «Центр водородной энергетики») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 029 «Водородные технологии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 ноября 2024 г. № 1608-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту МЭК 62282-4-101:2022 «Технологии топливных элементов. Часть 4-101. Энергоустановки на топливных элементах для электрической подъемно-транспортной техники. Безопасность» (IEC 62282-4-101:2022 «Fuel cell technologies — Part 4-101: Fuel cell power systems for electrically powered industrial trucks — Safety», MOD) путем изменения отдельных фраз (слов, ссылок), которые выделены в тексте курсивом.

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© IEC, 2022
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины и определения 5
4 Конструкционные требования для обеспечения безопасности 7
4.1 Общие положения 7
4.2 Части, содержащие водород и другие текучие среды 7
4.3 Заправка 10
4.4 Защита от превышения давления и перегрева 10
4.5 Регуляторы 12
4.6 Клапаны управления и запорные клапаны 12
4.7 Фильтры 12
4.8 Насосы и компрессоры 12
4.9 Регуляторы и преобразователи давления с электрическим приводом 12
4.10 Вентиляция, предотвращающая рост концентрации горючих газов 13
4.11 Электростатический разряд (ЭСР) 14
4.12 Выбросы, включая выбросы метанола и отходы 14
4.13 Корпус энергоустановки 14
4.14 Электрические компоненты энергоустановки на топливных элементах 15
4.15 Цепи регулирования 20
4.16 Оценка рисков и их снижение 20
5 Испытания на безопасность и типовые испытания 21
5.1 Общие положения 21
5.2 Испытания на устойчивость к вибрации 21
5.3 Испытания крепления емкости с топливом 21
5.4 Испытание на долговечность 22
5.5 Испытание на внешнюю утечку 22
5.6 Испытание на разбавление 22
5.7 Испытание на прочность 22
5.8 Испытание на потенциальные виды отказов 23
5.9 Испытания на воздействие температуры 23
5.10 Проверка цепей на обрыв 25
5.11 Испытание неметаллических трубопроводов на статическое электричество 25
5.12 Испытание на электрическую прочность диэлектрика 26
5.13 Испытание цепей ограниченной мощности 26
5.14 Испытание номинальной выходной мощности 27
5.15 Испытание на нештатную работу 27
5.16 Испытание на выброс отходов 28
5.17 Испытание на воздействие внешних факторов окружающей среды 28
5.18 Испытания корпусов 29
5.19 Испытание маркировочной таблички на прочность крепления 29
5.20 Испытание для эластомерных уплотнений, прокладок и трубок 30
5.21 Испытание на герметичность неметаллических трубопроводов 30
5.22 Испытание электрических выводов 30
5.23 Аварийная остановка 31

6 Приемно-сдаточные испытания 31
6.1 Внешняя утечка 31
6.2 Испытание диэлектрика на электрическую прочность 31
7 Маркировка 31
8 Инструкции 32
8.1 Общие положения 32
8.2 Инструкции по техническому обслуживанию 32
8.3 Инструкции по эксплуатации 33
8.4 Инструкции по монтажу 33
Приложение А (справочное) Сравнение терминов, связанных с давлением 34
Приложение В (справочное) Значительные факторы риска, опасные ситуации и события, рассматриваемые в настоящем стандарте 35
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте 37
Библиография 41

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ТЕХНОЛОГИИ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Часть 4-101

Энергоустановки на топливных элементах для электрической подъемно-транспортной техники. Безопасность

Fuel cell technologies. Fuel cell power systems for electrically powered industrial trucks. Safety

Дата введения — 2025—01—01

1 Область применения

Стандарт рассматривает аспекты безопасности энергоустановок на топливных элементах, предназначенных для приведения в движение технических средств, отличных от дорожных транспортных средств и не относящихся к вспомогательным силовым агрегатам.

Стандарт является частью серии стандартов *ГОСТ Р 56188* и охватывает требования безопасности к энергоустановкам на топливных элементах, предназначенным для использования в подъемно-транспортной технике (в подъемно-транспортных средствах) с электрическим приводом (см. [*1*]), за исключением:

- подъемно-транспортной техники для эксплуатации на пересеченной местности;
- портальных подъемно-транспортных средств с низкой высотой подъема, не предназначенных для штабелирования;
- портальных подъемно-транспортных средств с большой высотой подъема для штабелирования;
- подъемно-транспортных средств с переменным радиусом действия (телескопических) для эксплуатации на пересеченной местности;
- поворотных подъемно-транспортных средств с переменным радиусом действия (телескопических) для эксплуатации на пересеченной местности;
- подъемно-транспортной техники с переменным радиусом (с телескопическим механизмом) действия для перегрузки контейнеров;
- подъемно-транспортных средств, приводимых в движение вручную.

Стандарт распространяется на энергоустановки на топливных элементах, работающих на газообразном водороде, и на энергоустановки с прямым метанольным топливным элементом для подъемно-транспортной техники с электрическим приводом.

Стандарт распространяется на следующие виды топлива:

- газообразный водород;
- метанол.

Стандарт распространяется на энергоустановки на топливных элементах, как определено в 3.8 и на рисунке 1.

Настоящий стандарт применим к энергоустановкам на топливных элементах, генерирующим постоянный ток с номинальным выходным напряжением не более 150 В, для использования внутри помещения и на открытом воздухе.

Стандарт распространяется на энергоустановки на топливных элементах, у которых топливный бак неподвижно закреплен либо на подъемно-транспортном средстве, либо на энергоустановке на топливных элементах.

Издание официальное

Существенные опасности, опасные ситуации и события, рассматриваемые в настоящем стандарте, приведены в приложении В.

Область применения стандарта не распространяется:

- на съемные топливные баки;
- гибридные подъемно-транспортные средства, которые включают двигатель внутреннего сгорания;
- энергоустановки на топливных элементах с установками риформинга;
- системы питания на топливных элементах, предназначенные для работы в потенциально взрывоопасных средах;
- системы хранения жидкого водорода.

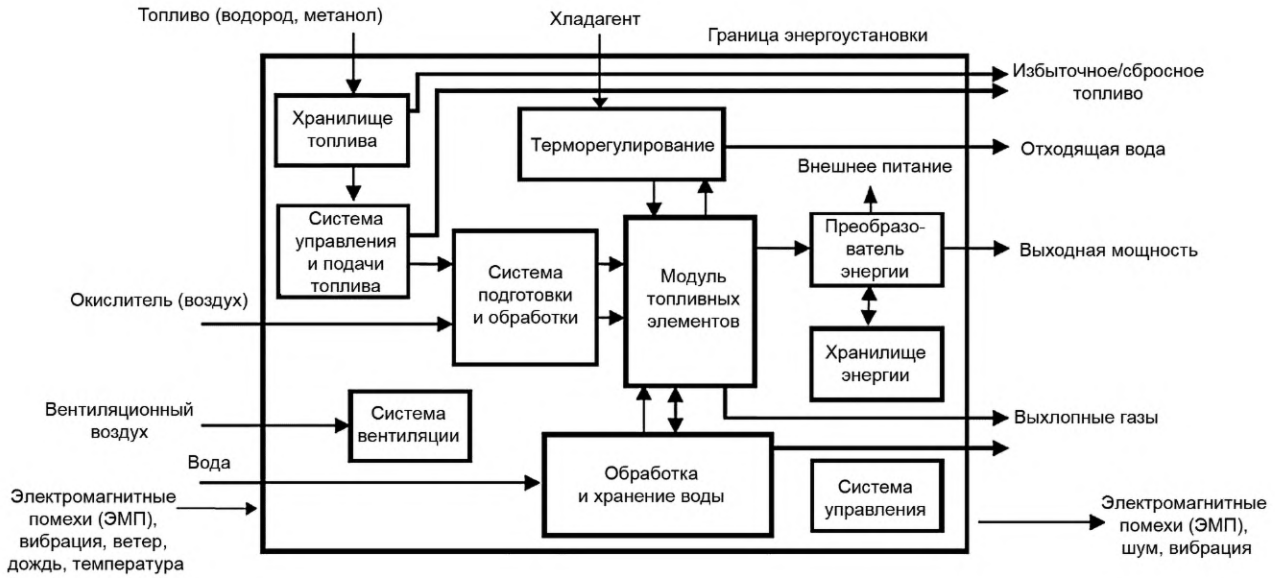

Рисунок 1 — Энергоустановка на топливных элементах для подъемно-транспортной техники

Примечание — Энергоустановка на топливных элементах может включать в себя все или некоторые из представленных компонентов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.4.262—2014 (ISO 1419:1995) Система стандартов безопасности труда. Материалы для средств индивидуальной защиты с резиновым или пластмассовым покрытием. Метод искусственного старения

ГОСТ 4647 Пластмассы. Методы определения ударной вязкости по Шарпи

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

ГОСТ 19109 (ISO 180:2000) Пластмассы. Определение ударной прочности по Изоду

ГОСТ 24048 (ИСО 2626—73) Медь. Метод определения стойкости против водородной хрупкости

ГОСТ 29088 (ИСО 1798—83) Материалы полимерные ячеистые эластичные. Определение условной прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве

ГОСТ 31610.0 (IEC 60079-0:2017) Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования

ГОСТ 31610.10-1 (IEC 60079-10-1:2020) Взрывоопасные среды. Часть 10-1. Классификация зон. Взрывоопасные газовые среды

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

ГОСТ IEC 60227-3 Кабели с поливинилхлоридной изоляцией на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Часть 3. Кабели без оболочки для стационарной прокладки

ГОСТ IEC 60227-5 Кабели с поливинилхлоридной изоляцией на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Часть 5. Гибкие кабели (шнуры)

ГОСТ IEC 60335-2-41 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-41. Частные требования к насосам

ГОСТ IEC 60335-2-80 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-80. Частные требования к вентиляторам

ГОСТ IEC 60695-10-2 Испытания на пожароопасность. Часть 10-2. Чрезмерный нагрев. Испытание давлением шарика

ГОСТ IEC 60730-1 Автоматические электрические управляющие устройства. Часть 1. Общие требования

ГОСТ IEC 60947-3 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 3. Выключатели, разъединители, выключатели-разъединители и их комбинации с предохранителями

ГОСТ IEC 60947-5-1 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-1. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления

ГОСТ IEC 60950-1—2014 Оборудование информационных технологий. Требования безопасности. Часть 1. Общие требования

ГОСТ IEC 61204-7 Источники питания низковольтные, вырабатывающие постоянный ток. Часть 7. Требования безопасности

ГОСТ IEC 61508-3 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 3. Требования к программному обеспечению

ГОСТ IEC 61558-1 Безопасность силовых трансформаторов, источников питания, реакторов и аналогичных изделий. Часть 1. Общие требования и испытания

ГОСТ ISO 1421 Материалы с резиновым или пластмассовым покрытием. Определение разрывной нагрузки и удлинения при разрыве

ГОСТ ISO 3864-1 Графические символы. Сигнальные цвета и знаки безопасности. Часть 1. Принципы проектирования знаков и сигнальной разметки

ГОСТ ISO 4675 Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Испытание на изгиб при низкой температуре

ГОСТ ISO 11114-4 Баллоны газовые переносные. Совместимость материалов, из которых изготовлены баллоны и клапаны, с содержимым газом. Часть 4. Методы испытания для выбора металлических материалов, устойчивых к водородному охрупчиванию

ГОСТ ISO 12100 Безопасность машин. Основные принципы конструирования. Оценки риска и снижения риска

ГОСТ ISO 13849-1 Безопасность оборудования. Элементы систем управления, связанные с безопасностью. Часть 1. Общие принципы конструирования

ГОСТ ISO 16010 Уплотнения эластомерные. Требования к материалам уплотнений, применяемых в трубопроводах и арматуре для газообразного топлива и углеводородных жидкостей

ГОСТ ISO 23551-1 Предохранители и регуляторы для газовых горелок и газосжигательного оборудования. Частные требования. Часть 1. Автоматические клапаны

ГОСТ Р 8.585 Государственная система обеспечения единства измерений. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования

ГОСТ Р 27.302 Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей

ГОСТ Р 27.303—2021 (МЭК 60812:2018) Надежность в технике. Анализ видов и последствий отказов

ГОСТ Р 50571.4.41—2022/МЭК 60364-4-41:2017 Электроустановки низковольтные. Часть 4-41. Защита для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током

ГОСТ Р 51354—99 (ИСО 3691—80) Транспорт напольный безрельсовый. Требования безопасности

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

ГОСТ Р 54114—2010 Передвижные устройства и системы для хранения водорода на основе гидридов металлов

ГОСТ Р 56188.1 (МЭК 60050-485:2020) Технологии топливных элементов. Часть 1. Терминология

ГОСТ Р 56188.2 (МЭК 62282-2-100:2020) Технологии топливных элементов. Часть 2. Модули топливных элементов. Безопасность

ГОСТ Р 56188.3.100 (МЭК 62282-3-100:2019) Технологии топливных элементов. Часть 3-100. Стационарные энергоустановки на топливных элементах. Безопасность

ГОСТ Р 56188.5.100 (МЭК 62282-5-100:2018) Технологии топливных элементов. Часть 5-100. Портативные энергоустановки на основе топливных элементов. Безопасность

ГОСТ Р ИСО 17268 Устройства соединительные для заправки наземных транспортных средств газообразным водородным топливом

ГОСТ Р МЭК 31010 Надежность в технике. Методы оценки риска

ГОСТ Р МЭК 60204-1 Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Часть 1. Общие требования

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

ГОСТ Р МЭК 61430 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи. Методы испытаний функционирования устройств, предназначенных для уменьшения взрывоопасности. Свинцово-кислотные стартерные батареи

ГОСТ Р МЭК 61508-1 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р МЭК 61508-2 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 2. Требования к системам

ГОСТ Р МЭК 61508-4 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 4. Термины и определения

ГОСТ Р МЭК 61508-5 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 5. Рекомендации по применению методов определения уровней полноты безопасности

ГОСТ Р МЭК 61508-6 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

ГОСТ Р МЭК 61508-7 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 7. Методы и средства

ГОСТ Р МЭК 62133-1 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Требования безопасности портативных герметичных аккумуляторов и батарей из них при портативном применении. Часть 1. Системы на основе никеля

ГОСТ Р МЭК 62391-1 Конденсаторы постоянной емкости с двойным электрическим слоем для электрического и электронного оборудования. Часть 1. Общие технические условия

ГОСТ Р МЭК 62391-2 Конденсаторы постоянной емкости с двойным электрическим слоем для электрического и электронного оборудования. Часть 2. Групповые технические условия на конденсаторы для силового электрического и электронного оборудования

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

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

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по *ГОСТ Р 56188.1*, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **нештатная работа** (abnormal operation): Работа энергоустановки на топливных элементах при неисправности или отказе любого механического, электрического или управляющего компонента, при любом виде неисправности или отказа, рассматриваемых как достаточно вероятные события по результатам анализа видов и последствий отказов (FMEA — Failure modes and effects analys), исключая случайное разрушение или отказ контейнеров с легковоспламеняющимися жидкостями и/или газами.

3.2 **эквипотенциальное соединение** (equipotential bonding): Объединение токопроводящих частей с образованием электропроводной цепи, обеспечивающей электрическое неразрывное соединение между нетоковедущими токопроводящими частями, и способное проводить любой ток короткого замыкания, который может возникнуть.

Примечание — Это относится к соединению внутри системы топливных элементов и между системой топливных элементов и подъемно-транспортным средством и не относится к средствам заземления самого подъемно-транспортного средства, таким как заземляющий ремень или шины.

3.3 **обратный клапан** (check-valve): Устройство контроля текучей среды, которое позволяет жидкости течь только в одном направлении.

3.4 **цепь, ограничивающая мощность** (limited power circuit): Цепь с пиковым напряжением выше 42,4 В (30 В, среднеквадратическое значение) или 60 В постоянного тока и значением мощности при работе более 60 с, соответствующим значениям из таблиц 2В и 2С *ГОСТ IEC 60950-1—2014*.

Примечание — Цепь низкого напряжения при нормальных и при аварийных условиях рассматривается в ГОСТ IEC 60950-1 как цепь безопасного сверхнизкого напряжения (БСНН).

3.5 **цепь низкого напряжения** (low-voltage circuit): Цепь с пиковым напряжением разомкнутой цепи не более 42,4 В (среднеквадратическое значение напряжения 30 В) или 60 В постоянного тока, подаваемого от батареи, топливного элемента, трансформатора, имеющего максимальную номинальную мощность менее 100 В·А и максимальное вторичное напряжение 30 В переменного тока, или с помощью комбинации трансформатора и постоянного полного сопротивления, т. е. системы, соответствующей *ГОСТ IEC 61558-1*.

Примечание — Цепь, полученная путем подключения сопротивления последовательно с источником напряжения в качестве средства ограничения напряжения и тока, не считается цепью низкого напряжения.

3.6 **граница разбавления** (dilution boundary): Граница области или зоны, в которой присутствуют легковоспламеняющиеся вещества в опасной концентрации, созданной ограниченным выбросом горючего газа или пара, внутренней по отношению к энергетической системе на топливных элементах или транспортному средству, в котором система установлена вместе с механической вентиляцией или другими эффективными средствами вентиляции.

Примечание — Подробнее этот вопрос рассматривается в [*2*].

3.7 **электростатический разряд;** ЭСР (electrostatic discharge): Передача электрического заряда между телами, имеющими различные электростатические потенциалы и расположенными вблизи друг от друга, или при их непосредственном контакте.

3.8 **энергоустановка на топливных элементах** (fuel cell power system): Генератор, использующий один или более модулей топливных элементов для выработки электрической энергии и тепла.

Примечание — На рисунке 1 представлена блок-схема энергоустановки на топливных элементах. Энергоустановка на топливных элементах может содержать все или некоторые из компонентов, показанных на рисунке 1. Энергетическая система на топливных элементах для использования на подъемно-транспортной технике будет относиться к одному из видов, указанных в 3.9 и 3.10.

3.9 **автономная система** (self-contained system): Завершенная система, размещенная в своем собственном корпусе, которая предназначена для замены или объединения с аккумуляторной системой для энергоснабжения подъемно-транспортного средства.

Примечание — Монитор и блок управления могут быть расположены за пределами корпуса системы в непосредственной близости от кабины оператора. Однако если требуется противовес вне корпуса системы или прямая связь между системой и контроллером погрузчика, то система будет считаться интегрированной в соответствии с 3.10.

3.10 **интегрированная энергоустановка на топливных элементах** (integrated fuel cell power system): Завершенная система компонентов и частей топливных элементов, которые интегрированы в подъемно-транспортное средство, а различные части системы потенциально распределены по всему погрузчику.

3.11 **опасная зона** (hazardous zone): Любая рабочая зона или пространство, где горючая пыль, легковоспламеняющиеся волокна или легковоспламеняющиеся летучие жидкости, газы или смеси присутствуют или могут присутствовать в воздухе в количествах, достаточных для образования взрывчатых или воспламеняющихся смесей, как это определено *ГОСТ 31610.10-1*.

3.12 **интегрированные компоненты** (integral): Все элементы конструкции, которые содержатся внутри энергоустановки на топливных элементах, а также внешние узлы, являющиеся частью энергоустановки на топливных элементах.

3.13 **нижний предел воспламенения;** НПВ (lower flammability limit, LFL): Минимальная концентрация топлива в топливовоздушной смеси, при которой возможно воспламенение от источника воспламенения.

Примечание — Топливовоздушная смесь является воспламеняющейся, если горение может быть инициировано с помощью источника воспламенения. Главным критерием является значение концентрации топливовоздушной смеси. Смесь, в которой количества топлива меньше критического количества, известного как нижний предел воспламенения (НПВ), или больше, чем критическое количество топлива, известного как верхний предел воспламенения (ВПВ), не будет воспламеняться.

3.14

максимально допустимое рабочее давление; МДРД (maximum allowable working pressure MAWP): Максимальное рабочее давление, при котором может работать топливный элемент или энергоустановка на основе топливных элементов.

[*ГОСТ Р 56188.1—2023, статья 485-17-03*]

Примечания

1 Сравнительная таблица давлений приведена в приложении А.

2 Максимально допустимое рабочее давление выражается в Па.

3 Максимально допустимое рабочее давление используется для регулировки предохранительных/разгрузочных устройств, устанавливаемых для защиты части или всей системы от случайного повышения давления.

3.15

максимальное рабочее давление; МРД (maximum operating pressure, MOP): Максимальное избыточное давление, установленное производителем, на которое рассчитана длительная эксплуатация энергоустановки.

[*ГОСТ Р 56188.1—2023, статья 485-17-04*]

Примечание — Сравнительная таблица давлений приведена в приложении А.

3.16 **нормальный выброс** (normal release): Ограниченные, внутренне локализованные объемы концентраций воспламеняющихся паров, которые выделяются при нормальной эксплуатации и могут включать продувку топливных элементов.

3.17 **нормальная эксплуатация** (normal operation): Все рабочие и нерабочие режимы, возникающие во время эксплуатации изделия, не являющиеся результатом неисправности.

3.18 **устройство сброса давления;** УСД (pressure relief device, PRD): Устройство, активируемое давлением и/или температурой, которое используется для предотвращения роста давления выше заданного максимума и тем самым предотвращает выход из строя части системы или всей системы, находящейся под давлением.

3.19 **термоактивируемое устройство сброса давления;** ТУСД (thermally activated pressure relief device, TPRD): Устройство сброса давления, активируемое термически.

3.20 **оценка рисков** (risk assessment): Общий процесс, включающий анализ рисков и их оценку.

3.21 **анализ рисков** (risk analysis): Системное использование имеющейся информации для выявления опасностей и оценки риска.

3.22 **оценка рисков** (risk evaluation): Процедура, основанная на анализе рисков для определения того, был ли достигнут допустимый риск.

3.23 **устройства защиты** (safety control): Автоматические системы и механизмы блокировки, включая реле, переключатели, сенсоры и другое вспомогательное оборудование, используемое в сочетании с ними, предназначенное для предотвращения небезопасной работы контролируемого оборудования.

3.24 **критический компонент безопасности** (safety critical component): Компонент, устройство, цепь, программное обеспечение или аналогичная часть, неисправность которой может повлиять на безопасность энергоустановки на топливных элементах, как определено в 4.16.

3.25 **рабочее давление** (service pressure, nominal working pressure): Номинальное рабочее давление, указанное изготовителем, при постоянной температуре газа 15 °С и полном заполнении резервуара газом.

Примечания

1 Термин относится только к водородным резервуарам высокого давления.

2 Сравнительная таблица давлений представлена в приложении А.

3.26 **система классификации зон** (zone system of classification): Система определяет классификацию зон внутри энергоустановки на топливных элементах методами в соответствии с *ГОСТ 31610.10-1*.

3.27 **баллон:** Сосуд, имеющий одну или две горловины для установки вентилей, фланцев или штуцеров, предназначенный для транспортирования, хранения и использования сжатых, сжиженных или растворенных под давлением газов.

4 Конструкционные требования для обеспечения безопасности

4.1 Общие положения

4.1.1 Любой компонент изделия, на которое распространяются требования настоящего стандарта, должен соответствовать и другим требованиям, предъявляемым к этому компоненту. Ссылки на нормативные стандарты, регулирующие требования к компонентам, используемым в изделии, приведены в разделе 2.

4.1.2 Компонент может не соответствовать требованиям ссылочных нормативных стандартов в случае, если он:

a) включает в себя функции или характеристики, которые не требуются при применении компонента конструкции изделия, соответствующего настоящему стандарту в целом;

b) заменяется требованием данного стандарта, или

c) исследуется отдельно при составлении части другого компонента при условии, что компонент используется в рамках установленных норм и ограничений.

4.1.3 Любой компонент должен использоваться в соответствии со своими номинальными характеристиками, установленными для предполагаемых условий использования.

4.1.4 Специфические компоненты могут в отдельных случаях не полностью соответствовать по своим конструктивным параметрам требованиям к изделию в целом. В этом случае такие компоненты могут использоваться только в ограниченных условиях, например при определенных температурах, не превышающих установленные пределы, и должны использоваться только в этих конкретных условиях.

4.1.5 Компонент, который также предназначен для выполнения других функций, таких как защита от перегрузки по току, прерывание цепи при замыкании на землю, подавление перенапряжений, любые другие аналогичные функции или любая их комбинация, должен дополнительно соответствовать требованиям применимого стандарта, который распространяется на устройства, обеспечивающие эти функции.

4.2 Части, содержащие водород и другие текучие среды

4.2.1 Общие сведения

4.2.1.1 Узлы, находящиеся под давлением или содержащие текучие среды, должны быть стойкими к действию этих сред.

4.2.1.2 Металлические узлы под воздействием газообразного водорода должны быть стойкими к водородному охрупчиванию с учетом [*3*]. Если используется иной материал, необходимо провести оценку его восприимчивости к водородному охрупчиванию в соответствии с *ГОСТ ISO 11114-4* или *ГОСТ 24048*.

4.2.1.3 Если атмосферная коррозия какой-либо части, содержащей текучую среду, оказывает негативное влияние на предполагаемую функцию этой части или может привести к утечке текучей среды наружу, создавая опасную ситуацию, то эта часть должна быть изготовлена из коррозионно-стойкого материала или должна быть снабжена антикоррозионным защитным покрытием.

4.2.1.4 Детали из эластомера, от которых зависит безопасность эксплуатации энергоустановки, такие как уплотнения для сред, не содержащих водород, которые могут создать опасность при утечке (например, прокладки между деталями), должны быть пригодны для применения в соответствии с *ГОСТ 12.4.262*, *ГОСТ ISO 1421*, *ГОСТ ISO 16010* и *ГОСТ ISO 4675* (см. также [*4*]), в зависимости от обстоятельств.

4.2.1.5 Детали из эластомера, используемые как уплотнение для водорода, должны соответствовать требованиям безопасности для работы в среде водорода (см. [*3*]). Материал должен быть испытан на прочность на разрыв и растяжение непосредственно при получении и после теплового старения (в зависимости от требований эксплуатации) в соответствии с 5.20.

4.2.2 Трубопроводы, шланги, трубы и фитинги

4.2.2.1 Для транспортирования газов или паров при давлениях выше 103,4 кПа, а жидкостей при давлениях выше 1103 кПа или при температурах выше 120 °С трубопроводы и связанные с ними компоненты должны быть спроектированы, изготовлены и испытаны соответствующим образом (см. [*5*]).

4.2.2.2 Трубопроводы, которые используются при давлениях и температурах ниже значений, указанных в 4.2.2.1, а также неметаллические трубопроводы должны соответствовать требованиям стандарта к данным материалам и текучим средам и условиям эксплуатации, в том числе давлениям и температурам. Неметаллические трубопроводы, содержащие газообразный водород или метанол, должны быть спроектированы, изготовлены и испытаны в соответствии с дополнительными требованиями, приведенными в 4.2.2.6.

4.2.2.3 Неметаллические шланги, используемые для газообразного водорода или метанола, расположенные вне энергетической системы на топливных элементах и при условии физического напряжения, должны соответствовать требованиям гидростатических испытаний, испытаний на адгезию (только для резины), гибкость, гибкость при низких температурах, озоностойкость (для шлангов с наружным защитным чехлом из резины), устойчивость к ультрафиолетовому излучению (для шлангов с пластиковым покрытием), проницаемость для газа, электрическую проводимость, а также испытаний целостности концевой заделки (см. [*6*]). Материалы должны быть пригодны для работы с водородным или содержащим жидкость (т. е. метанол) топливом в соответствии с 4.2.1. Гибкий шланг длиннее 1,5 м должен иметь проволочную оплетку из нержавеющей стали.

4.2.2.4 Требования к гибким металлическим соединителям и связанным с ними фитингам, если они используются для подачи газообразного водорода, приведены в [*7*], [*8*].

4.2.2.5 Водородный топливопровод должен быть проложен таким образом, чтобы обеспечить минимальное трение его частей, и на расстоянии более 51 мм от выхлопной и электропроводной системы.

a) Электрооборудование и датчики в цепях с ограниченной мощностью, в которых недостаточно электрической энергии для повреждения топливопровода, не обязательно должны соответствовать этому требованию;

b) если может быть доказано, что топливопроводы и электропроводка закреплены таким образом, что уменьшение зазора менее чем до 12,7 мм не допускается, зазор между топливопроводами и элементами электрической системы может быть уменьшен.

4.2.2.6 Неметаллические водородные и метанольные топливопроводы должны:

- быть защищены с помощью вентилируемых шкафов, где они будут подвержены минимальным механическим или физическим нагрузкам;
- быть проводящими, чтобы избежать накопления статического разряда. Соответствие определяется с помощью испытания на целость согласно *5.10.2* для металлических и *5.10.3* для неметаллических;
- использовать материалы, которые были исследованы и определены как соответствующие для жидкостей и газов, содержащихся в них, с учетом заданной температуры, при которой они эксплуатируются. Соответствие определяется с учетом требований, указанных в 5.20 и 5.21, в зависимости от обстоятельств;
- соблюдать требования безопасности, связанные с возникновением электростатического разряда (ЭСР) (см. [*9*]), при соединении топливной системы и блока топливных элементов.

4.2.2.7 Трубы, каналы, фитинги и другие компоненты трубопровода должны выдерживать гидростатические испытания при давлении, в 1,5 раза превышающем номинальное рабочее давление, без разрушения конструкции. Трубы высокого давления, каналы, фитинги и другие компоненты трубопроводов должны иметь запас прочности, эквивалентный запасу прочности используемого баллона в соответствии с 4.2.3.

4.2.3 Резервуары для компримированного водорода

4.2.3.1 Резервуары под давлением должны быть сконструированы для условий эксплуатации подъемно-транспортного средства, которые включают максимальное расчетное количество циклов заправки, диапазоны давлений и температур, ожидаемых в процессе эксплуатации и заправки, влияние водорода на долговечность и частоту проверок.

4.2.3.2 С учетом 4.2.3.1 резервуары под давлением должны быть сконструированы, изготовлены и испытаны со следующими условиями и ограничениями:

a) должен применяться контейнер категории С (см. [*10*]);

b) резервуары типа 1 должны быть спроектированы и испытаны соответствующим образом (см. [*10*]);

c) термин «рабочее давление» контейнера (см. [*10*]) идентичен термину «рабочее давление» в настоящем стандарте;

d) резервуары типов 3 и 4 должны быть спроектированы и испытаны соответствующим образом (см. [*10*], [*11*], [*12*]);

e) резервуар должен быть рассчитан на исключительный срок службы системы питания на топливных элементах и не менее чем на 11 250 циклов полной заправки.

Примечание — 11 250 полных циклов заправки, т. е. три заправки в день в течение 365 дней в году на протяжении 10 лет = 10 950 циклов.

4.2.3.3 Резервуары высокого давления и заправочная арматура должны быть размещены внутри корпуса подъемно-транспортного средства или на корпусе, как определено в 4.13, и расположены так, чтобы минимизировать возможность повреждения резервуара или заправочных узлов, связанных с использованием водорода.

4.2.3.4 Отключающий клапан, ограничивающий расход газа, и обратный клапан, если они присутствуют, должны быть подключены непосредственно к резервуару высокого давления или установлены в линию с резервуаром высокого давления, где нет запорного устройства между резервуаром высокого давления и обратным клапаном, чтобы свести к минимуму негативные последствия ударов, вибраций и случайных повреждений.

4.2.3.5 Заправочная линия должна быть снабжена обратным клапаном, являющимся резервным по отношению к основному обратному клапану, в резервуарах, соответствующих *ГОСТ Р ИСО 17268*.

4.2.3.6 В резервуарах высокого давления в соответствующих случаях должны быть предусмотрены технические средства для обеспечения удаления водорода и их продувки с использованием инертного газа, как указано в инструкции по эксплуатации или руководстве по техническому обслуживанию, которыми комплектуется энергоустановка на топливных элементах.

4.2.3.7 Ручной клапан для блокирования подачи топлива должен быть расположен вблизи резервуара высокого давления так, чтобы подача топлива в систему питания от переносных топливных батарей могла быть доступна для технического обслуживания или длительного хранения.

4.2.3.8 Резервуар высокого давления с водородом должен быть прочно установлен на модуль топливных элементов энергоустановки или на подъемно-транспортное средство так, чтобы он не отсоединялся во время использования и не был съемным для проведения дозаправки.

4.2.4 Металлогидридные контейнеры

Системы хранения топлива, использующие водород, хранящийся в металлогидридах, должны соответствовать разделам 4, 5 и 6 *ГОСТ Р 54114—2010*.

4.2.5 Метанольный топливный бак

4.2.5.1 Метанольные топливные баки (для хранения метанола) должны изготавливаться из материалов в соответствии с 4.2.1 и 4.2.2 и отвечать указанным ниже требованиям. Такие сосуды и связанные с ними соединения, а также арматура должны быть спроектированы и изготовлены с достаточной прочностью для функционирования и предотвращения возникновения утечек и непреднамеренных выбросов.

4.2.5.2 Метанольные топливные баки должны быть специально разработаны для условий эксплуатации подъемно-транспортного средства, которые включают в себя диапазоны давлений и температур, ожидаемых в процессе работы и заправки, влияние метанола на долговечность бака, а также должна учитываться частота проверок устройства на безопасность.

4.2.5.3 Ручной клапан для блокирования подачи топлива должен быть расположен вблизи топливного бака так, чтобы подача топлива в энергоустановку на топливных элементах могла быть отключена для технического обслуживания или длительного хранения.

4.2.5.4 Метанольный топливный бак и заправочный узел должны быть размещены внутри корпуса подъемно-транспортного средства или помещены в корпус, как определено в 4.13, и расположены так, чтобы минимизировать возможность повреждения бака или заправочного устройства.

4.2.5.5 Метанольный топливный бак должен быть постоянно установлен на модуль топливных элементов энергоустановки или на подъемно-транспортное средство, чтобы сосуд высокого давления не смещался во время использования и не был съемным для дозаправки.

4.3 Заправка

Интерфейс заправки должен соответствовать номинальному давлению контейнера [см. 4.2.3 2 c)] и соответствовать *ГОСТ Р ИСО 17268.*

4.4 Защита от превышения давления и перегрева

4.4.1 Водородный резервуар под высоким давлением должен быть защищен от воздействия огня с помощью одноразового термоактивируемого устройства сброса давления (ТУСД), разработанного, изготовленного и испытанного с учетом [*13*].

4.4.2 Компоненты и трубопроводы, расположенные ниже по потоку от редуктора, который рассчитан на давление ниже, чем максимальное давление на входе редуктора, должны быть защищены от превышения давления в случае выхода из строя редуктора с помощью предохранительного клапана или устройства сброса давления.

4.4.3 Устройства сброса давления должны соответствовать условиям применения, включая материалы, находящиеся в контакте с водородом, под давлением и под воздействием потока жидкости.

4.4.4 Устройства сброса давления, работающие при избыточном давлении, превышающем 1000 кПа, должны быть откалиброваны и спроектированы для ограничения давления при повреждении до 110 % максимально допустимого рабочего давления. Повторное закрытие должно происходить на уровне не менее 90 % установленного значения. Устройства для сброса давления, действующие на уровне, равном или ниже 1000 кПа, должны быть откалиброваны и спроектированы для ограничения давления при повреждении до значения 125 % максимально допустимого рабочего давления. Повторное закрытие должно происходить на уровне не менее 90 % установленного значения. Блок топливных элементов должен быть защищен в соответствии с *ГОСТ Р 56188.2*.

4.4.5 Выпускной трубопровод для сброса давления, если он предусмотрен, должен иметь размеры, обеспечивающие соответствие требованиям 4.4 4.

4.4.6 Сброс из предохранительного клапана должен быть расположен таким образом, чтобы его работа не приводила к возникновению взрывоопасной ситуации, такой как:

a) выброс газообразного водорода с образованием концентрации выше 25 % нижнего предела воспламенения (НПВ) в неклассифицированную зону или замкнутую область внутри энергоустановки на топливных элементах. Спуск предохранительного клапана может быть расположен внутри энергоустановки на топливных элементах, при этом можно использовать адекватную вентиляцию или адекватную систему защиты, снабженную датчиком водорода и водородным запорным клапаном, закупоривающим утечки в случае их обнаружения;

b) конденсация влаги на токоведущих частях, которая может создать риск поражения электрическим током;

c) возможный доступ посторонних предметов, влаги или мусора в систему удаления воздуха, не защищенную колпачками, крышками или другими средствами;

d) вероятность, что вентиляционная система станет незакрепленной или будет удалена таким образом, что это будет влиять на предполагаемую траекторию потока, или

e) сброс давления окажется направлен на расположение оператора.

4.4.7 Вентиляционное устройство сброса давления должно обеспечивать безопасную работу с такими интервалами, чтобы свести к минимуму возможность повреждений, коррозии или поломки вентиляционной линии, устройства сброса давления из-за расширения, сжатия, вибрации, деформаций или износа и исключить любое ослабление крепления в процессе эксплуатации.

4.4.8 Вентиляционная система, включая выходной патрубок устройства сброса и связанные с ним вентиляционные каналы, должна быть сконструирована так, чтобы выдерживать максимальное давление, развиваемое во время максимального расхода через устройство сброса, не отделяясь от его крепления и без вентиляционной крышки, если это предусмотрено, без ее удаления.

4.4.9 Требования к устройствам сброса давления, показанным в примерах на рисунках 2—4, приведены в [*5*].

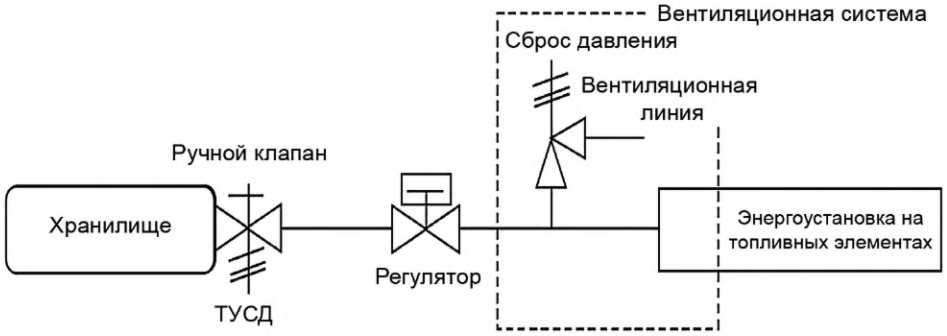

Рисунок 2 — Пример схемы, где вентиляционная система покрывает компоненты ниже по ходу потока за регулятором

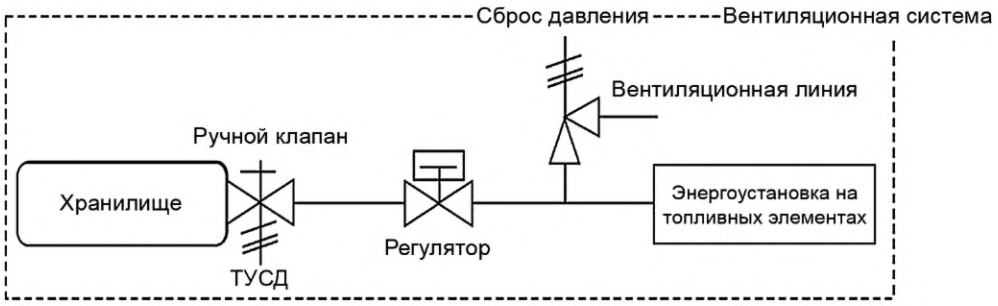

Рисунок 3 — Пример схемы, где вентиляционная система покрывает все компоненты

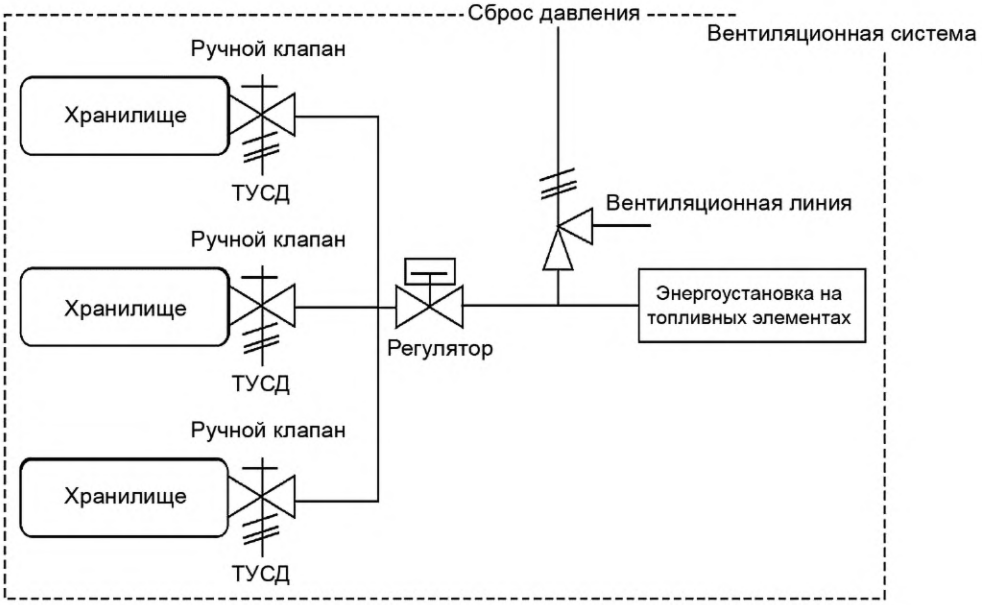

Рисунок 4 — Пример схемы, где вентиляционная система покрывает все компоненты с несколькими хранилищами

4.5 Регуляторы

Регулятор давления газа должен быть снабжен ограничительным газоотводящим каналом или линией сброса.

4.6 Клапаны управления и запорные клапаны

4.6.1 Клапаны должны быть рассчитаны для конкретного применения, в том числе учитывая давление, температуру, жидкость, с которыми клапаны контактируют, и электрические характеристики, если необходимо.

a) Клапаны с электрическим приводом должны соответствовать *ГОСТ ISO 23551-1*.

b) Клапаны для трубопроводов высокого давления следует испытывать с учетом [*5*] вместо испытания на наружную утечку и испытания на гидростатическую прочность по *ГОСТ ISO 23551-1*.

c) Клапаны для легковоспламеняющихся жидкостей должны соответствовать *ГОСТ ISO 23551-1*.

4.6.2 Топливо для энергоустановки на топливных элементах должно подаваться через топливные магистрали, снабженные, по меньшей мере, одним автоматическим предохранительным запорным клапаном. Предохранительный запорный клапан может быть также управляющим клапаном. Время закрытия предохранительного запорного клапана не должно быть больше 5 с.

4.6.3 Если в соответствии с 4.16 необходимо установить аварийный ручной запорный клапан, он должен находиться в легкодоступном месте и поворачиваться из открытого положения в закрытое не более чем на 90°. Какие-либо гаечные ключи или инструмент не должны препятствовать доступу к ручному запорному клапану. Клапан должен быть надежно закреплен и экранирован или установлен в защищенном месте, чтобы свести к минимуму повреждения от вибрации или от ударов.

4.6.4 Если ручной клапан используется, то он должен иметь маркировку в соответствии с *7.3*.

4.6.5 Электрические и другие автоматически приводимые в действие предохранительные запорные клапаны не должны срабатывать в безопасных условиях.

4.6.6 Электрические клапаны, расположенные в классифицированных областях, должны быть рассчитаны для соответствующей области классификации.

4.7 Фильтры

Воздушные и фильтры жидкости должны быть пригодны для применения и легкодоступны для осмотра, очистки или замены.

4.8 Насосы и компрессоры

4.8.1 Воздушные компрессоры и воздушные вакуумные насосы, используемые в системе, должны соответствовать [*14*].

4.8.2 Водяные насосы должны соответствовать *ГОСТ IEC 60335-2-41*.

4.8.3 Химические и газовые водородные насосы и компрессоры должны быть соотнесены с соответствующими требованиями совместимости материалов, механическими и электрическими требованиями настоящего стандарта.

4.8.4 Компрессор или насос с легковоспламеняющейся жидкостью, с вращающимся динамическим уплотнением или динамическим уплотнением другого типа должен быть оборудован соответствующей вентиляцией, чтобы небольшие выбросы водорода или других горючих паров при нормальных условиях эксплуатации не достигали концентрации более 25 % нижнего предела воспламенения (НПВ) в неклассифицированных областях энергоустановки на топливных элементах при нормальном выбросе.

4.9 Регуляторы и преобразователи давления с электрическим приводом

4.9.1 Переключатели и датчики, активируемые давлением, должны быть рассчитаны на данное применение. Регуляторы давления легковоспламеняющейся или горючей текучей среды должны быть пригодны для их классификации с учетом текучей среды, которая в них содержится.

4.9.2 Максимальное рабочее давление устройства, ограничивающего или регулирующего давление, не должно превышать 90 % давления начала открытия предохранительного клапана. Устройства, регулирующие давление, которые могут превысить пределы системы, должны быть надежно уплотнены при максимальном рабочем давлении, для работы при котором они предназначены.

4.10 Вентиляция, предотвращающая рост концентрации горючих газов

4.10.1 Энергоустановка на топливных элементах должна быть обеспечена такой вентиляцией, чтобы выбросы при нормальных условиях эксплуатации не допускали концентрации горючих паров выше 25 % нижнего предела воспламенения (НПВ) в неклассифицированных зонах энергоустановки на топливных элементах. Этот нормальный выброс подразумевает номинальную скорость утечки топлива из блока топливных элементов или продувку топлива, которая может производиться во время работы.

4.10.2 Разбавленная концентрация горючих паров, покидающих энергоустановку на топливных элементах, даже при ненормальной работе не должна превышать 25 % нижнего предела воспламенения (НПВ).

Примечание — См. *ГОСТ Р 56188.3.100* или *ГОСТ Р 56188.5.100*.

4.10.3 Распространение области воспламенения от источника ограниченного выброса (граница разбавления) должно определяться с помощью соответствующего анализа, как указано в *ГОСТ 31610.10-1*.

4.10.4 Оборудование, находящееся в пределах границы разбавления, должно быть пригодным для использования в классифицированных взрывоопасных зонах. Ссылка может быть сделана на *ГОСТ 31610.0*.

4.10.5 Нештатные выбросы горючих жидкостей не должны создавать угрозу безопасности в соответствии с 4.16 и должны вызывать за собой соответствующее действие, в том числе быстрое выключение оборудования, при необходимости, что позволит устранить опасность или предотвратить возникновение дополнительных опасностей.

4.10.6 В условиях нормального выброса, вдали от неклассифицированных зон, для удержания границы разбавления не выше 25 % нижнего предела воспламенения (НПВ) должна быть обеспечена механическая вентиляция. Отказ вентиляции должен привести к такой реакции энергоустановки на топливных элементах, которая минимизирует любую опасность или предотвращает возникновение дополнительных опасностей в соответствии с 4.16. Реакция может включать в себя отключение или вследствие обнаружения высокой концентрации газа, или вследствие блокировки из-за отказа вентиляции.

a) Концентрация горючих паров в ограниченном, локализованном объеме в энергоустановке на топливных элементах может кратковременно превышать 25 % НПВ горючего пара, и в соответствии с 4.16 это кратковременное состояние не создает угрозу безопасности.

b) Механическая вентиляция не требуется, если определено, что концентрация горючего газа/пара ниже 25 % НПВ при любом режиме нормального выброса.

4.10.7 Если обнаружение газа используется в качестве одного из критических компонентов безопасности в энергоустановке на топливных элементах, то такая система детектирования газа должна соответствовать *ГОСТ IEC 60079-29-1* и *ГОСТ Р 52350.29.4*. Системы обнаружения газа должны быть расположены там, где они могут наиболее эффективно измерять накопление паров в энергоустановке на топливных элементах и контролировать выход вентиляции, что является необходимым.

4.10.8 Если система обнаружения газа используется в качестве критического компонента безопасности в энергоустановке на топливных элементах, то она должна быть расположена в цепи управления, которая соответствует *ГОСТ IEC 60730-1*, [*15*], [*16*], и в соответствии с 4.15.1.

4.10.9 В случае утечки водорода запорный клапан должен приводиться в действие автоматически. Аналогичным образом, электрический выключатель должен быть автоматически отключен. Водородный датчик должен оставаться в рабочем состоянии при условии, что это не приводит к увеличению риска. В случае выхода из строя водородного датчика по водороду запорный клапан должен приводиться в действие автоматически. Аналогичным образом электрический выключатель должен быть автоматически отключен. При проведении испытаний на безопасность аккумуляторных батарей и топливных баков следует применять соответствующие документы, такие как *ГОСТ Р МЭК 62619*.

4.10.10 Вентиляционные отверстия и каналы не должны засоряться или подвергаться опасному воздействию в условиях, когда энергоустановка на топливных элементах нормально эксплуатируется на подъемно-транспортном средстве.

4.10.11 Вентиляторы, воздуходувки и другие устройства, используемые в системе вентиляции, должны быть пригодны для своего применения. Если вентиляторы и дефлекторы используются в качестве основного механизма безопасности для предотвращения накопления горючих газов/паров, выход из строя системы вентиляции не должен создавать угрозу безопасности в соответствии с 4.16. Вентиляторы должны соответствовать *ГОСТ IEC 60335-2-80*. Дефлекторы должны соответствовать [*17*].

4.11 Электростатический разряд (ЭСР)

4.11.1 Узлы, содержащие водородное топливо и находящиеся в пределах классифицированных зон (см. 3.26) оборудования, должны быть изготовлены из материалов, которые не способствуют возникновению электростатических разрядов.

4.11.2 Открытые части подвижных металлических деталей, таких как лопасти вентилятора и колеса, расположенные в классифицированных зонах системы, должны быть покрыты или выполнены из латуни, бронзы, меди или алюминия с твердостью не более B66 по Роквеллу. Корпус компонентов системы хранения энергии, таких как батареи аккумуляторов или суперконденсаторы, а также основных компонентов силовой электроники, таких как модуль топливных элементов, должен быть электрически замкнут и заземлен внешними проводниками.

4.11.3 Компоненты с нетоковедущими металлическими частями, находящиеся в классифицированных зонах в оборудовании, должны быть заземлены.

4.11.4 Если автономная энергоустановка на топливных элементах установлена на подъемно-транспортное средство, то должен быть предусмотрен проводящий путь между компонентами оборудования топливных элементов, требующих выравнивания потенциалов и заземляющих средств подъемно-транспортного средства.

4.11.5 Любой разъем питания энергоустановки на топливных элементах, предназначенный для дозаправки, должен быть электрически соединен с шасси подъемно-транспортного средства.

4.11.6 Маркировка и инструкции, касающиеся опасности, связанной с накоплением электростатического разряда, и средства для уменьшения этой опасности должны соответствовать 7.3 и 8.4.2.

4.12 Выбросы, включая выбросы метанола и отходы

4.12.1 Энергоустановка на топливных элементах должна быть сконструирована так, чтобы отходы, включая воду, не выпускались, не выбрасывались или не утекали таким образом, чтобы это могло создать опасную ситуацию.

4.12.2 Выбросы от энергоустановок на топливных элементах, работающих на метаноле, не должны превышать безопасные пределы. Соответствие определяется испытанием на выброс отходов по 5.16. Системы должны быть спроектированы таким образом, чтобы предотвратить попадание выбросов в пассажирский отсек подъемно-транспортного средства.

4.13 Корпус энергоустановки

4.13.1 Энергоустановка на топливных элементах должна быть закрыта для защиты от доступа людей к электрическим частям, цепям безопасности, опасным движущимся частям, горячим поверхностям и другим частям, которые могут представлять опасность получения травмы.

4.13.2 Отверстия опасных частей в корпусе энергоустановки на топливных элементах должны быть такого размера и расположены так, чтобы обеспечить адекватную защиту от доступа к опасным частям, отвечающую минимальным требованиям IPXXB или IP2X согласно *ГОСТ 14254*.

4.13.3 Корпус для энергоустановки на топливных элементах, имеющий степень защиты IP от проникновения воды, должен соответствовать 7.2 j), а также 5.17.1.

4.13.4 Внешний корпус должен отвечать требованиям испытания, описанного в 5.18.1, кроме тех случаев, когда требуемая защита для интегрированной энергоустановки на топливных элементах обеспечивается подъемно-транспортным средством.

4.13.5 Неметаллические материалы корпуса должны иметь минимальную стойкость к воздействию пламени V-1 (см. [*18*]) или должны отвечать требованиям испытания для термопластичных материалов 5.19.

4.13.6 Любой корпус энергоустановки на топливных элементах, выполненный из термопластичной пластмассы, должен быть пригоден для диапазона температур, воздействию которых он подвергается во время использования.

4.13.7 Корпус энергоустановки должен быть сконструирован таким образом, чтобы вода (например, дождь, конденсат) не могла оставаться внутри корпуса. В корпус должны быть интегрированы дренажные водоотводы.

4.14 Электрические компоненты энергоустановки на топливных элементах

4.14.1 Общие сведения

4.14.1.1 Электрические компоненты должны быть рассчитаны на данное применение и соответствовать стандартам для этих компонентов. Они должны быть расположены и закреплены таким образом, чтобы вибрация, температура, воздействие окружающей среды и другие воздействия во время нормальной эксплуатации энергоустановки на топливных элементах не оказывали на них вредного влияния.

4.14.1.2 Применительно к электрооборудованию, внутреннему по отношению к энергоустановке на топливных элементах, расположенному в опасных зонах, должен быть выявлен фактор риска. Ссылка может быть сделана на *ГОСТ 31610.0*.

4.14.1.3 Электромагнитная совместимость регламентируется в соответствии с региональными требованиями (см. [*19*], [*20*]).

4.14.2 Внутренняя электропроводка

4.14.2.1 Внутренняя электропроводка должна состоять:

a) из проводов общего назначения, указанных в [*21*];

b) проводов бытового назначения одного или нескольких типов, указанных в таблице 1.

4.14.2.2 Электропроводка, используемая для конечного монтажа на подъемно-транспортное средство, должна устанавливаться с учетом температуры и других условий эксплуатации.

4.14.2.3 При подключении к компоненту допускается, что электропроводка может выходить за пределы оплетки на длину не более 254 мм.

4.14.2.4 Провода бытового назначения, имеющие толщину изоляции ниже минимально допустимого значения, указанного в таблице 1, допускается применять при условии, что их изоляция в зависимости от температуры и условий эксплуатации эквивалентна одному из материалов, указанных в таблице 1.

4.14.2.5 Неизолированный провод допускается изолировать с помощью изолирующей трубки.

4.14.2.6 Электропроводка должна быть защищена от механических повреждений посредством размещения ее:

- внутри корпуса энергоустановки на топливных элементах в случае автономных энергоустановок на топливных элементах и
- внутри кузова погрузчика для интегрированных энергоустановок на топливных элементах.

4.14.2.7 Проводник, подключенный к движущейся или подвижной части, который не может быть защищен от механических повреждений, должен быть соответствующим образом сконструирован для использования по назначению и соответствовать требованиям испытаний, приведенных в настоящем стандарте. Следует уделять внимание стойкости проводника к повреждению в результате изгибания, истирания или удара. Гибкая металлическая трубка должна использоваться только для гибких соединений, подверженных незначительным перемещениям.

4.14.2.8 Подключение проводов к непрерывно движущейся части или части, для которой степень движения значительна, должно соответствовать *ГОСТ IEC 60227-5*.

4.14.2.9 Проводник может быть исключен из числа незащищенных, если он легкодоступен оператору и, следовательно, может быть заменен при повреждении. Руководство по техническому обслуживанию должно включать инструкции относительно проверки таких проводников для замены, если повреждения происходят в соответствии с 8.2.5.

4.14.2.10 Все сращивания и соединения должны быть механически безопасными и обеспечивать электрический контакт без напряжения на соединениях и контактах. Сращивания должны быть снабжены изоляцией, эквивалентной той, которой обеспечены провода.

4.14.2.11 Отверстия, через которые проходят изолированные провода, должны быть снабжены гладкой, закругленной втулкой или должны иметь гладкие, скругленные края, которые могут служить опорой для изолированных проводников.

4.14.2.12 Системы кабельных каналов должны быть гладкими и без острых кромок, неровностей, заусенцев или движущихся частей, которые могут повредить электропроводку.

4.14.2.13 Соединения внутренней электропроводки должны быть изготовлены с применением лепестка для пайки или с помощью обжимной клеммы.

4.14.2.14 Управляющие кабели и другие мелкие проводники, которые связаны с помощью обжимных или припаянных лепестков специального типа или монтажных петель, включая цилиндрические клеммы, или с помощью ультразвуковой сварки и изолированные в соответствии с *4.14.2.7*, должны соответствовать цели данного применения.

4.14.2.15 Припаечное ушко должно быть смонтировано таким образом, чтобы в любом положении оно не могло контактировать ни с металлическим корпусом, ни с ближайшими металлическими частями без напряжения или другими электрическими цепями, или хвостовик ушка должен быть снабжен изоляцией, эквивалентной изоляции проводника.

Таблица 1 — Материалы проводов бытового назначения

Изоляция провода	Минимальная допустимая средняя толщина изоляции, мм
Резина, неопрен или термопласт (PVC)	0,38 + пропитанная оплетка или 0,75 без оплетки

4.14.3 Внешняя электропроводка

4.14.3.1 Внешний электрический вывод должен быть такого размера, чтобы в результате непрерывной работы в режиме максимальной мощности температура изоляции не превысила ее допустимое значение при максимальной температуре окружающей среды. Он должен быть обеспечен изоляцией, способной выдерживать изгибы, манипулирование и удар при температуре от 50 °С до минус 20 °С. Если он предназначен для воздействия экстремальных температур выше 50 °С и ниже минус 20 °С, то вывод должен соответствовать требованиям 5.22. Средняя толщина изоляции должна быть зафиксирована в соответствии с *ГОСТ IEC 60227-3*. Длина вывода и разъема должна быть короткой, насколько это возможно, чтобы не создавать дополнительную нагрузку на клеммы при монтаже в подъемно-транспортном средстве.

4.14.3.2 Разъем внешнего электрического вывода должен быть рассчитан на выходную мощность энергоустановки на топливных элементах. Токоведущие части должны быть утоплены со стороны торца разъема, чтобы уменьшить вероятность короткого замыкания. Съемная часть разъема должна быть снабжена средствами для схватывания при удалении. Разъем должен быть расположен так, чтобы обеспечить механическую защиту при конечном монтаже энергоустановки на топливных элементах на подъемно-транспортное средство.

4.14.3.3 Внешняя электропроводка должна быть защищена от механических повреждений путем:

a) ее заключения в кузов подъемно-транспортного средства;

b) заключения в металлический кабельный канал, например армированный, жесткую металлическую трубку или электрический металлический кабелепровод, или

c) защиты с помощью металла, фенольной композиции или другого термореактивного материала, имеющего эквивалентную механическую прочность и стойкость к ударам и не имеющего бóльшую горючесть, чем фенол.

4.14.3.4 Корпус или защита должны быть такими, чтобы любое пламя или расплавленный материал, возникающие из-за нарушений в электропроводке, не могли достигнуть окружающих горючих материалов.

Это требование не распространяется на внешние выводы, которые требуют гибкости для отключения, например внешние выводы энергоустановки на топливных элементах, которые соответствуют *4.14.3.1*.

Это требование не распространяется на выводы, которые в случае повреждения не приводят к возникновению опасности.

4.14.4 Требования аварийного выключения

4.14.4.1 Регулятор аварийного отключения или разъем аккумуляторной батареи при использовании в качестве устройства аварийного отключения должен быть доступен для оператора в нормальном рабочем положении все время.

4.14.4.2 Устройство аварийного отключения должно быть способно разорвать цепь без опасности для всех подвижных элементов со стороны источника электропитания, в которых разрыв цепи не увеличивает потенциальный риск. Оно должно быть способно прервать номинальный максимальный ток (включая пусковой ток двигателя) одним из следующих способов:

a) использовать разъем топливного элемента на напряжение до 120 В постоянного тока включительно. Выше 120 В постоянного тока должно быть предотвращено использование разъема аккумуляторной батареи для аварийного отключения;

b) напрямую применять ручной выключатель электропитания, который отключает одну линию питания;

c) использовать ручной переключатель управления, который отключает электропитание катушки контактора в одной линии электропитания. При этом одновременно регулятор мощности (например,

инвертор или контроллер для отдельных возбужденных двигателей) должен быть деактивирован. В подъемно-транспортной технике с двигателем постоянного тока с последовательным возбуждением и механическим коммутатором без регулятора мощности необходимо отключить питание от аккумуляторной батареи в двух независимых контакторах.

В случае b) или c) оно должно иметь характеристики срабатывания в соответствии с *ГОСТ IEC 60947-5-1* и привод должен быть окрашен в красный цвет (см. *ГОСТ IEC 60947-3*).

Если фон красный, то для привода устройства должен использоваться контрастный цвет.

Следует обеспечить возможность восстановить электропитание подвижных элементов только путем ручного сброса выключателя с последующей нормальной эксплуатацией системы управления.

4.14.4.3 Если разъем топливного элемента используется в качестве системы аварийного отключения, съемная часть разъема должна иметь средства для отсоединения без повреждения разъемов топливных элементов или кабелей.

4.14.4.4 Когда разъем используется для аварийного выключения, устройство должно быть способно быстро отсоединиться в случае возникновения аварийной ситуации и два полуразъема должны быть в состоянии легко разделиться. Максимальное усилие для разделения двух полуразъемов не должно превышать 150 Н.

4.14.5 Двигатели

Требования к двигателям приведены в [*22*], за исключением случаев, когда они расположены в цепях с ограниченной мощностью. Двигатель не может соответствовать этому требованию, если он подключен к цепи низкого напряжения.

4.14.6 Коммутаторы и контроллеры двигателя

Контроллер двигателя или коммутатор должен быть рассчитан на нагрузку, которую он коммутирует. Контроллер двигателя должен иметь способность прервать ток не меньший, чем нагрузка заблокированного ротора двигателя, управляемого в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60204-1*, и должен соответствовать дополнительным требованиям к управлению двигателем, указанным в [*23*].

Коммутатор, который управляет индуктивной нагрузкой, такой, как трансформатор, должен иметь в два раза больший номинальный ток полной нагрузки трансформатора или аналогичного устройства, за исключением тех случаев, когда коммутатор был исследован и оказался приемлемым для такого применения.

4.14.7 Трансформаторы и блоки питания

Трансформаторы, расположенные в цепях с опасным напряжением, должны быть обеспечены защитой от перегрузки по току.

Трансформаторы 2-го и 3-го классов должны соответствовать *ГОСТ IEC 60950-1* или *ГОСТ IEC 61204-7*.

Источники питания, кроме источников 2-го класса, должны соответствовать требованиям *ГОСТ IEC 60950-1* или *ГОСТ IEC 61204-7*, в зависимости от конкретного случая.

4.14.8 Инверторы, конверторы и контроллеры

Инверторы, конверторы и контроллеры должны испытываться в нештатных условиях работы (неисправные компоненты) в соответствии с [*24*].

4.14.9 Лампы и держатели ламп

Лампы и держатели ламп должны быть полностью внутри корпуса. Линзу лампы следует защищать от механических повреждений с помощью стержней, сеток, протачиванием канавок или эквивалентными средствами.

Светоизлучающий диод (LED), вакуумный флуоресцентный дисплей (VFD), жидкокристаллический дисплей с подсветкой (LCD) и любой другой дисплей, который может быть источником воспламенения при механическом повреждении, должны быть защищены от механических повреждений.

4.14.10 Компоненты для накопления энергии

4.14.10.1 Аккумуляторные батареи

Литиевые батареи должны соответствовать *ГОСТ Р МЭК 62619* и должны быть защищены от зарядки обратной полярности.

Свинцово-кислотные аккумуляторы должны соответствовать стандарту *ГОСТ Р МЭК 61430*.

Аккумуляторные батареи других типов, такие как никель-кадмиевые или никель-металл-гидридные, должны соответствовать *ГОСТ Р МЭК 62133-1*.

Для аккумуляторных батарей, используемых в комбинации с энергоустановкой на топливных элементах:

a) элементы, в которых используются металлические контейнеры, например щелочные аккумуляторные батареи, должны быть изолированы друг от друга и от металлического поддона или от металлического батарейного отсека. Изоляция должна быть выполнена из дерева или другого материала:

- обработанного или с нанесенным покрытием для уменьшения воздействия аккумуляторного электролита и

- изготовленного таким образом, чтобы уменьшить риск повреждения изоляции во время нормальной эксплуатации и технического обслуживания подъемно-транспортной техники;

b) клеммы аккумуляторной батареи должны быть подсоединены безопасным способом, исключающим любую возможность того, что токопроводящий компонент мог бы замкнуть клеммы аккумуляторной батареи и создать электрическую дугу;

c) клеммы аккумуляторной батареи должны быть защищены изолирующими кожухами или накладками, если это возможно.

Клемма, которая предназначена для соединения с землей на раме подъемно-транспортной техники, не может быть снабжена колпачком или крышкой.

4.14.10.2 Двухслойные конденсаторы (суперконденсаторы)

Для суперконденсаторов, используемых в комбинации с энергоустановкой на топливных элементах:

Цепи для зарядки, являющиеся составной частью суперконденсаторов и которые должны соответствовать *ГОСТ Р МЭК 62391-1* и *ГОСТ Р МЭК 62391-2*, должны быть снабжены надежными средствами защиты от перенапряжения при заряде и, при необходимости, от перегрузки по току при заряде и разряде.

Суперконденсаторы в металлических контейнерах должны быть изолированы друг от друга и от металлического корпуса или металлического отсека, в котором размещаются суперконденсаторы. Изоляция должна быть проложена таким образом, чтобы уменьшить риск повреждения изоляции во время нормальной эксплуатации и технического обслуживания подъемно-транспортной техники.

Металлический контейнер суперконденсатора, который соединен с отрицательным электродом суперконденсатора (или отрицательный электрод и металлический контейнер, если они не изолированы внутри друг от друга), должен рассматриваться как часть отрицательного электрода и должен быть заключен в корпус или иметь изоляционное покрытие.

Клеммы аккумуляторной батареи должны быть подсоединены безопасным способом, исключающим любую возможность того, что любой токопроводящий компонент может замкнуть клеммы аккумуляторной батареи и сгенерировать электрическую дугу.

Клеммы суперконденсатора должны быть защищены изолирующими колпачками или крышками, если это возможно.

Клемма, которая предназначена для соединения с землей и располагающаяся на раме подъемно-транспортной техники, может быть снабжена колпачком или крышкой.

Перед техническим обслуживанием или текущим ремонтом суперконденсаторов нужно убедиться, что они полностью разряжены, и/или в том, что цепь надежно разъединена.

4.14.11 Электрическая изоляция

Материалы, используемые в качестве электрической изоляции, должны соответствовать требованиям *ГОСТ 29088*, *ГОСТ 4647*, *ГОСТ 19109* и [*25*], [*26*].

Толщина изоляционного слоя, используемого в качестве единственной изоляции между неизолированными токоведущими частями и нетоковедущими металлическими частями или между частями противоположной полярности, должна быть минимум 0,71 мм.

Для системы с выходным напряжением 24 В или меньше толщина должна быть минимум 0,33 мм.

Для системы с номинальным напряжением более 24 В, где есть как минимум половина требуемого допустимого расстояния по воздуху, может быть использован слой или вкладыш, который имеет минимальную толщину 0,33 мм.

Для системы с номинальным напряжением 24 В или меньше толщина должна быть не менее 0,15 мм.

4.14.12 Электрическая изоляция

Цепь ограниченной мощности должна удовлетворять требованиям 5.13.

4.14.13 Электрические зазоры

Зазоры в элементах энергоустановки на топливных элементах для подъемно-транспортной техники не должны быть меньше, чем указано в таблице 2.

Минимальные допустимые зазоры в цепи ограниченной мощности указаны в 4.14.12.

Минимальные допустимые зазоры внутри компонента должны определяться соответствующим стандартом компонента.

Минимальные допустимые зазоры могут быть уменьшены по сравнению со значениями, приведенными в таблице 2, если цепи проинспектированы в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60664.1*, а также:

a) пониженные требования к зазорам не должны применяться в электрических соединениях подъемно-транспортного средства или к зазорам нетоковедущего металлического корпуса;

b) топливный элемент должен быть рассчитан на перенапряжение I категории и 3-ю степень загрязнения, как это определено в *ГОСТ Р МЭК 60664.1*. Цепям, снабженным защитными корпусами без вентиляционных отверстий, создающих возможность для проникновения пыли, влажности и другого электропроводящего мусора, можно присвоить 2-ю степень загрязнения, и цепям, которые находятся в герметичных или герметизированных корпусах, можно присвоить 1-ю степень загрязнения;

c) для соблюдения зазора B (контролирующего повышенное напряжение) должен быть реализован контроль перенапряжения путем рассмотрения устройства или системы повышенного напряжения как неотъемлемой части топливного элемента;

d) все печатные платы должны быть рассчитаны на минимальный показатель стойкости к пробою (CTI), равный 100 (материал группы IIIb).

Таблица 2 — Электрические зазоры

Расположение	Номинальное напряжение до 24 В		Номинальное напряжение выше 24 В [a]	
	по воздуху, мм	по поверхности, мм	по воздуху, мм	по поверхности, мм
В силовой цепи — между оголенной частью, находящейся под напряжением, и (1) оголенной частью противоположной полярности, находящейся под напряжением, или (2) оголенной заземленной частью, кроме корпуса	1,6 [b]	3,2 [b]	3,2 [c]	6,4 [c]
В силовой цепи в месте, где электропроводящая пыль не может накапливаться, например небольшая полностью закрытая полость	0,8	1,6	1,6	3,2
В другом, кроме силовой цепи, месте — между оголенной частью, находящейся под напряжением, и (1) оголенной частью противоположной полярности, находящейся под напряжением, или (2) оголенной заземленной частью, кроме корпуса	1,6	1,6	1,6	1,6
В другом, кроме силовой цепи, месте, где электропроводящая пыль не может накапливаться, например небольшая полностью закрытая полость [d]	0,8	0,8	0,8	0,8
Между любой неизолированной частью, находящейся под напряжением, и основным корпусом [e]	12,7	12,7	12,7	12,7
Между неизолированной частью, находящейся под напряжением, и основным корпусом, где корпус выполнен из литого металла толщиной 3,2 мм или стального листа толщиной 6,4 мм [e]	6,4	6,4	6,4	6,4

Примечание — Цепь считается силовой, если она питает цепь управления электродвигателем, которая не снабжена защитой от перегрузки по току. Цепь не считается силовой, если она питает цепь с защитой от перегрузки по току.

[a] Максимально до 150 В.

[b] Эти расстояния применимы к системе, электрически не подключенной к раме.

[c] Эти расстояния также применимы к системе с номинальным напряжением 24 В постоянного тока или более низким напряжением, электрически подключенной к раме.

[d] Например, в таких местах, где клемма двигателя проходит через корпус двигателя.

[e] Если вероятна деформация корпуса в точке измерения зазора, должны быть указаны зазоры после деформации.

4.14.14 Разделение цепей

4.14.14.1 Цепь ограниченной мощности должна быть отделена от всех остальных цепей с помощью:

a) размещения цепи в отдельном корпусе,

b) обеспечения зазоров согласно таблице 2 или

c) использования барьеров.

4.14.14.2 Изолированный проводник внутренней электропроводки цепи ограниченной мощности должен быть отделен барьерами либо разведен с токоведущими частями, соединенными с различными цепями, либо обеспечен изоляцией, приемлемой для самого высокого возможного напряжения.

4.14.14.3 Барьеры, указанные в *4.14.14.1c)*, допустимо скреплять с металлом толщиной не менее 0,51 мм или изоляционным материалом толщиной не менее 0,71 мм.

4.14.14.4 Проводники цепей, работающих при различном потенциале, должны быть надежно изолированы друг от друга, если каждый из них не обеспечен изоляцией, приемлемой для самого высокого возможного напряжения.

4.14.14.5 Электрическое разделение отдельных цепей должно применяться в соответствии с требованиями *ГОСТ Р 50571.4.41—2022*, раздел 413.

4.15 Цепи регулирования

4.15.1 Устройства безопасности

Электронные цепи, на которых основана система безопасности (например, критический компонент безопасности), должны быть проинспектированы в соответствии с [*15*], [*16*].

Программное обеспечение, на котором основана безопасность, как критический компонент безопасности, должно быть проинспектировано в соответствии с уровнем С по *ГОСТ ISO 13849-1*. Электронное оборудование системы безопасности должно быть проинспектировано в соответствии с *ГОСТ IEC 60730-1*, [*15*], [*16*].

В качестве альтернативы электронные цепи и программные средства управления, обеспечивающие безопасность, могут быть оценены в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2, ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р МЭК 61508-4 — ГОСТ Р МЭК 61508-7* или *ГОСТ ISO 13849-1* и [*27*].

4.15.2 Пуск

Начало эксплуатации возможно только тогда, когда все средства защиты находятся на месте и функционируют в соответствии с 4.16. Энергоустановка на топливных элементах должна запускаться только путем намеренного действия по последовательному запуску, если не будет установлено, что существует минимальный риск автоматического перезапуска, как определено в 4.16.

Перезапуск энергоустановки на топливных элементах после останова не должен приводить к опасной ситуации, как определено в 4.16.

4.15.3 Несанкционированное трогание с места

Энергоустановка на топливных элементах должна включать средства, позволяющие свести к минимуму вероятность несанкционированного трогания с места подъемно-транспортной техники с присоединенным заправочным шлангом.

Примечание — Средства защиты от несанкционированного трогания с места могут включать в себя блокировочный выключатель в заправочном разъеме, цепь блокировки, соединенную с топливораздаточной колонкой, или другие средства.

Коммутаторы, цепи и т. п., используемые для защиты от несанкционированного трогания с места, должны соответствовать классификации того региона, в котором они используются. См. 4.10.4.

4.15.4 Аварийная остановка

Энергоустановки на топливных элементах должны быть снабжены механизмом аварийной остановки.

4.16 Оценка рисков и их снижение

Производитель энергоустановки на топливных элементах должен провести оценку рисков и провести мероприятия по их снижению, используя принципы и методологию в соответствии с *ГОСТ ISO 12100, ГОСТ Р МЭК 31010, ГОСТ Р 27.303* и *ГОСТ Р 27.302*.

Примечание — Опасности, рассматриваемые при оценке рисков и их снижении, включают, но не ограничиваются следующими:

a) механические опасности, такие как острые края или углы, выступающие части, движущиеся части, вращающиеся или скользящие части, масса и центр тяжести;

b) жидкости;

c) легковоспламеняющиеся газы или газы под давлением;

d) опасность пожара и поражения электрическим током;

e) температуру, например горячие поверхности;

f) потерю производительности (потеря мощности подъемно-транспортной техники) и потерю управления.

5 Испытания на безопасность и типовые испытания

5.1 Общие положения

5.1.1 При испытаниях, описанных в 5.2—5.22, энергоустановка на топливных элементах должна работать на максимальной мощности: с органами управления, установленными в максимально предельном положении нормальной эксплуатации, если иное не указано в методах испытаний.

5.1.2 В результате проведенных испытаний с 5.2 по 5.22 не должно быть никакой утечки из частей, содержащих жидкость или газ, которая могла бы привести к опасной ситуации, если не указано иное.

5.2 Испытания на устойчивость к вибрации

5.2.1 Основные сведения

5.2.1.1 Энергоустановка на топливных элементах должна быть подвергнута комплексному испытанию на вибрацию как вдоль вертикальной, так и вдоль продольной/поперечной оси в соответствии с 5.2.2 и 5.2.3. Энергоустановка на топливных элементах не должна работать в процессе этих испытаний. В результате проведенных испытаний энергоустановка на топливных элементах должна соответствовать 5.5 и 5.6.

5.2.1.2 Если энергоустановка на топливных элементах предназначена для использования в подъемно-транспортном средстве с известным профилем вибрации, то этот профиль может быть использован вместо профиля, описанного в 5.2.2 и 5.2.3.

5.2.1.3 Автономная энергоустановка на топливных элементах испытывается вне подъемно-транспортного средства по 5.2.2 и 5.2.3. Энергоустановка на топливных элементах должна быть смонтирована с использованием собственных крепежных средств или взаимозамещающих закрепляющих средств и установлена на испытательный стенд установки испытаний на вибрацию в том же положении, которое она занимает при эксплуатации.

5.2.1.4 Интегрированную энергоустановку на топливных элементах не требуется испытывать в соответствии с 5.2.2 и 5.2.3.

5.2.1.5 Согласно *5.2.1.3* отдельные компоненты или подсистемы могут испытываться сами по себе так долго, как если бы они были смонтированы и обслуживались в составе полной системы. Компоненты, обычно устанавливаемые вблизи испытуемого объекта, должны быть включены или сымитированы, если существует вероятность помех или контакта между этими частями.

5.2.2 Испытания на перегрузки по вертикальной оси

Данные о перегрузках в рамках испытаний по вертикальной оси должны быть определены совместно с производителем подъемно-транспортной техники.

5.2.3 Испытания на перегрузки относительно продольной и поперечной осей

Данные о перегрузках в рамках испытаний по продольной и поперечной осям должны быть определены совместно с производителем подъемно-транспортной техники.

5.3 Испытания крепления емкости с топливом

5.3.1 Должны быть предусмотрены средства для защиты емкостей с топливом от смещения во время использования или хранения в составе энергоустановки на топливных элементах. Боковое движение не должно превышать величину, которая повлечет за собой опасную ситуацию. Любая интегрированная топливная емкость для сжатого газа должна иметь соединительную арматуру, которая не допустит выброса газа до тех пор, пока не будет достигнуто надежное уплотнение газа. Соединительное устройство, соединяющее подачу топлива и энергоустановку, должно быть пригодно для этого применения.

5.3.2 Боковая сила, эквивалентная полной массе топливного бака или баллона, должна действовать в любом направлении на центр вертикальной высоты топливного бака или баллона. Топливный бак (баллон) или любая его часть не должны отрываться от своих удерживающих средств.

5.4 Испытание на долговечность

5.4.1 Энергоустановка на топливных элементах с использованием неметаллического оборудования для подачи или отвода легковоспламеняющегося топлива и/или насосов для легковоспламеняющегося топлива с динамическими уплотнениями должна быть подвергнута соответствующему испытанию на долговечность в соответствии с *5.4.2*. Энергоустановка на топливных элементах должна соответствовать 5.7 до и после испытания. В энергоустановке на топливных элементах не должно быть никаких повреждений, которые могли бы привести к опасной ситуации. Энергоустановка на топливных элементах должна быть работоспособной.

5.4.2 Энергоустановка на топливных элементах должна быть соединена с источником топлива и работать как минимум при 50 %-ной максимальной непрерывной рабочей нагрузке. Работа должна быть непрерывной в течение 720 ч при нормальных рабочем давлении и температуре.

5.5 Испытание на внешнюю утечку

Все трубопроводы должны быть проверены на герметичность (см. [*5*]).

5.6 Испытание на разбавление

5.6.1 Утечки

Должна быть определена скорость утечки для каждой потенциальной точки утечки энергоустановки на топливных элементах, включая любые выпускные отверстия для продувки. См. 4.10 и *ГОСТ 31610.10-1*.

5.6.2 Настройка и эксплуатация

Тестирование должно проводиться в бессквозняковой зоне, при этом система должна располагаться на расстоянии не менее 3,05 м от вентиляционных отверстий естественной или принудительной вентиляции помещения.

Если в энергоустановке на топливных элементах используется механическая вентиляция, она должна работать с минимальной скоростью потока и удовлетворять всем блокировкам. См. 4.10.

5.6.3 Разбавление выхлопных газов

Водород или другой горючий газ должен выделяться с определенной величиной утечки и в месте наибольшей потенциальной точки утечки энергоустановки на топливных элементах.

Концентрации разбавленных легковоспламеняющихся паров, выходящих из энергоустановки на топливных элементах, не должны превышать пределов, указанных в *4.10.2*.

5.6.4 Границы разбавления

Водород или другой горючий газ должен выделяться с определенной величиной утечки в каждой потенциальной точке утечки энергоустановки на топливных элементах.

Размер и контуры каждой зоны разбавления должны быть измерены при помощи откалиброванного детектора водорода или соответствующего горючего газа.

Анализ, приведенный в *4.10.3*, должен быть подтвержден или дополнен измеренными размерами и контурами зон разбавления.

Требования *4.10.4* и *4.10.6* должны быть подтверждены измеренными размерами и контурами зон разбавления.

Примечание — В некоторых случаях может оказаться достаточным разместить детектор водорода или другого горючего газа в местах расположения ближайшего источника воспламенения или неклассифицированного оборудования выше и на пути вентиляционного потока, т.е. «с подветренной стороны» от места утечки.

5.7 Испытание на прочность

Модуль топливного элемента должен соответствовать требованиям испытания на допустимое рабочее давление *ГОСТ Р 56188.2*.

Полости окислителя и топлива блока топливных элементов могут быть соединены между собой и испытываться одновременно при одном и том же давлении.

5.8 Испытание на потенциальные виды отказов

Для определения масштаба этой процедуры испытаний требуется обзор анализа рисков изготовителя в соответствии с 4.16, в том числе будет ли система функционировать во время испытаний или нет. Соблюдение требований этого раздела также может быть подтверждено с помощью подтверждающих документов, предоставляемых производителем.

Для того, чтобы определить, функционирует ли система безопасности и происходит ли безопасное отключение системы, должны моделироваться критические режимы отказа, как это определено в 4.16.

Соблюдение требований данного раздела определяется безопасным отключением системы в соответствии с анализом опасностей изготовителя в результате возникновения режима критической неисправности.

5.9 Испытания на воздействие температуры

5.9.1 Система топливных элементов ни в коем случае не должна нагреваться до такой температуры, при которой может произойти возгорание, повреждение любого используемого материала, или превышать максимальную температуру, указанную в таблице 3, когда устройство работает на предельно допустимой выходной мощности при температуре окружающей среды, указанной в *5.9.3*.

5.9.2 Защитное устройство от перегревов или перегрузок не должно работать во время этого испытания.

5.9.3 Все значения перегрева температуры в таблице 3 основаны на предполагаемой температуре окружающей среды 25 °С. Испытания могут проводиться при любой температуре окружающей среды в диапазоне от 10 °С до 40 °С, при коррекции значений прибавлением (если температура окружающей среды ниже 25 °С) или вычитанием (если температура окружающей среды выше 25 °С) разницы между 25 °С и температурой окружающей среды.

5.9.4 Испытание должно продолжаться до установившихся значений температур. Установившиеся значения температуры могут быть достигнуты тогда, когда три последовательных показания, полученные с интервалом не менее 5 мин, указывают на повышение температуры менее чем на 0,5 °С.

5.9.5 Температура должна измеряться с помощью термопар. Температуры на катушечных обмотках могут быть измерены с помощью термопар либо по методу сопротивления.

5.9.6 Термопары должны состоять из проводов диаметром не больше 0,21 мм и не меньше 0,05 мм. Провод термопары должен соответствовать требованиям, указанным в допусках на начальные значения ЭДС в зависимости от таблиц температуры в *ГОСТ Р 8.585*.

5.9.7 При использовании метода сопротивления обмотки в начале испытания должны быть при комнатной температуре, и температурный перегрев обмотки должен рассчитываться по следующей формуле:

$$\Delta t = \frac{R}{r}(k + t_1) - (k + t_2), \quad (1)$$

где Δt — увеличение температуры, °С;

R — сопротивление обмотки в конце испытания, Ом;

r — сопротивление обмотки в начале испытания, Ом;

t_1 — исходная температура в помещении в момент измерения сопротивления r (также является начальной температурой обмотки), °С;

t_2 — температура в помещении в конце испытания, °С; и

k — 234,5 для меди и 225,0 для алюминиевых проводников; значения константы для других проводников необходимо определить.

Таблица 3 — Пределы температурного перегрева

Материалы и компоненты	Пределы перегрева, °С
Электродвигатели:	
Система изоляции класса 105 (А)	
Термопарный метод	65
Метод сопротивления	75
Система изоляции класса 130 (В)	
Термопарный метод	85
Метод сопротивления	95
Система изоляции класса 155 (F)	
Термопарный метод	110
Метод сопротивления	120
Система изоляции класса 180 (Н)	
Термопарный метод	125
Метод сопротивления	135
Катушки, кроме катушек двигателей:	
Система изоляции класса 105 (А)	
Термопарный метод	65
Метод сопротивления	75
Система изоляции класса 130 (В)	
Термопарный метод	85
Метод сопротивления	95
Система изоляции класса 155 (F)	
Термопарный метод	110
Метод сопротивления	120
Система изоляции класса 180 (Н)	
Термопарный метод	125
Метод сопротивления	135
Проводники:	
Резиновые или термопластичные изолированные провода и шнуры (если не рассчитаны на более высокие температуры)	35
Температура поверхности компонентов (если не рассчитаны на более высокие температуры):	
Электролитические конденсаторы [a]	—
Другие конденсаторы [a]	—
Плавкие предохранители	65
Электрическая изоляция (где повреждение может привести к угрозе безопасности):	
Волоконная	65

Окончание таблицы 3

Материалы и компоненты	Пределы перегрева, °С
Ламинированная фенольная	100
Литая фенольная	125
Другие изоляционные материалы [a]	—
Неметаллический корпус, конструкционные и функциональные материалы [a]	—
Критически важные для безопасности уплотнения и прокладки [a]	—
Несущие и прилегающие поверхности	65
Поверхностный объект, подвергающийся постоянному контакту во время использования энергоустановки на топливных элементах, как, например, контактный переключатель и т. д.:	
Металлический	50
Неметаллический	60
Поверхностный объект, подвергающийся преднамеренному контакту во время использования энергоустановки на топливных элементах, но не подвергающийся постоянному контакту, как, например, переключатель:	
Металлический	60
Неметаллический	85
Поверхностный объект, подвергающийся случайному контакту:	
Металлический	65
Неметаллический	83
[a] Температурные пределы зависят от температурного порога чувствительности вещества.	

5.10 Проверка цепей на обрыв

5.10.1 Узлы энергоустановки на топливных элементах, предназначенные для соединения с подъемно-транспортным средством для защиты от электростатического разряда, должны быть испытаны на равенство потенциалов.

5.10.2 Полное сопротивление между всеми точками соединения металлических деталей, которые должны быть соединены во избежание электростатического разряда, не должно превышать 1 Ом.

5.10.3 Неметаллические линии, содержащие жидкость, должны иметь максимальное сопротивление 1 МОм·м при оценке в соответствии с испытанием на проводимость *ГОСТ 31610.0* (который будет определять необходимый уровень защиты и имеет ссылки на стандарты уровней защиты).

5.11 Испытание неметаллических трубопроводов на статическое электричество

5.11.1 Критерии оценки

При постепенном введении заземленного металлического шара в контакт с неметаллической трубой после того, как она была электростатически заряжена, не должно наблюдаться искр.

5.11.2 Метод испытания

Три образца трубопровода с электродами, имеющими точки заземления (т. е. металлические фитинги), должны выдерживаться не менее чем в течение 48 ч при относительной влажности воздуха (25 ± 10) %.

Сразу после удаления из камеры с низкой влажностью образцы должны быть установлены с помощью изолирующих средств в помещении с относительной влажностью не более 35 %, в котором исключены все источники света, кроме электрических искр. Точки заземления электродов должны быть заземлены. Электростатический заряд должен быть распределен по непроводящим частям образцов с помощью электростатического генератора с напряжением, ограниченным 5000 В.

Заземленная металлическая сфера диаметром 9,5 мм должна постепенно вводиться в контакт с образцом. Если искры не появляются, то образец проходит испытание.

5.12 Испытание на электрическую прочность диэлектрика

Каждая цепь высокого напряжения (более 30 В среднеквадратического значения, 42,4 В пикового или 60 В постоянного напряжения) энергоустановки на топливных элементах должна выдерживать приложение синусоидального напряжения 1000 В плюс два номинальных значения с частотой 60 Гц без пробоя, если напряжение системы подъемно-транспортного средства более 72 В, в противном случае — 500 В. Полупроводники или аналогичные электронные компоненты, которые могут быть повреждены при наложении испытательного напряжения, можно обойти или отсоединить.

Вместо этого может использоваться постоянное напряжение в 1,414 раза выше переменного.

Напряжение при испытании должно прикладываться минимум на 1 мин.

5.13 Испытание цепей ограниченной мощности

5.13.1 Источник ограниченной мощности должен соответствовать одному из следующих признаков:

a) выходные параметры устройства ограничены его конструктивными особенностями в соответствии с таблицей 4;

b) полное электрическое сопротивление ограничивается в соответствии с таблицей 4. Если используется устройство с положительным температурным коэффициентом, то оно должно соответствовать требованиям *ГОСТ IEC 60730-1* (см. также [*15*], [*16*]);

c) используется устройство защиты от перегрузок без искрения, а выходные параметры ограничены в соответствии с таблицей 5;

d) регулирующая сеть ограничивает выходные параметры в соответствии с таблицей 4 как при нормальных условиях эксплуатации, так и после каких-либо отдельных неисправностей в сети регулирования (обрыв цепи или короткое замыкание); или

e) регулирующая сеть ограничивает выходные параметры в соответствии с таблицей 4 при нормальных условиях эксплуатации, и устройство защиты от перегрузок без искрения ограничивает выходные параметры в соответствии с таблицей 5 после любого единичного сбоя в сети регулирования (обрыв или короткое замыкание). Если защита от перегрузки по току является устройством со скрытым дуговым разрядом, должна быть сделана дальнейшая оценка его изоляции от паров потенциально горючих газов.

Примечание — Причиной для проведения измерений с максимальной токовой защитой, т.е. с исключением из цепи, является определение количества энергии, которое может вызвать возможный перегрев во время работы средств защиты от перегрузок.

5.13.2 Нагрузка, упоминаемая в сносках b) и c) в таблицах 4 и 5, должна быть скорректирована, чтобы обеспечить передачу максимального тока и мощности соответственно. Одиночные сбои в сети регулирования применяются при этих максимальных значениях тока и мощности.

Таблица 4 — Ограничения источников питания, определенных их конструктивными особенностями

Постоянное выходное напряжение [a] V_{oc}, В	Выходной ток [b] I_{sc}, А	Полная мощность [c] S, В·А
20	≤ 8,0	$\leq 5 \cdot V_{oc}$
$20 < V_{oc} \leq 30$	≤ 8,0	≤ 100
$30 < V_{oc} \leq 60$	$\leq 150/V_{oc}$	≤ 100

[a] V_{oc}: Выходное напряжение измеряется при всех отключенных нагрузках. Напряжение без пульсаций, постоянного тока.

[b] I_{sc}: Максимальный выходной ток измеряется с любой неемкостной нагрузкой, включая короткое замыкание, через 60 с после подключения нагрузки.

[c] S (произведение В на А): Максимальная выходная мощность измеряется с любой неемкостной нагрузкой через 60 с после подключения нагрузки.

Таблица 5 — Ограничения источников питания, не определенных их конструктивными особенностями (необходима защита от перегрузок)

Постоянное выходное напряжение [a] V_{oc}, В	Выходной ток [b] I_{sc}, А	Полная мощность [c] S, В·А	Требования к номинальному току защиты от перегрузок [d]
≤ 20	—	—	≤ 5,0
20 < V_{oc} ≤ 30	≤ 1000/V_{oc}	≤ 250	≤ 100/V_{oc}
30 < V_{oc} ≤ 60	—	—	≤ 100/V_{oc}

[a] V_{oc}: Выходное напряжение измеряется при всех отключенных нагрузках. Напряжение без пульсаций, постоянного тока.

[b] I_{sc}: Максимальный выходной ток измеряется с любой неемкостной нагрузкой, включая короткое замыкание, через 60 с после подключения нагрузки. Полное сопротивление, ограничивающее ток в оборудовании, остается в цепи при проведении измерений, но средства защиты от перегрузки по току исключаются из цепи.

[c] S: Максимальная выходная мощность (произведение В на А) измеряется с любой неемкостной нагрузкой через 60 с после подключения нагрузки. Полное сопротивление, ограничивающее ток в оборудовании, остается в цепи при проведении измерений, но средства защиты от перегрузки по току исключаются из цепи.

[d] Требования к номинальному току средств защиты от перегрузок основаны на плавких предохранителях и автоматах — прерывателях цепи, которые разрывают цепь не позднее чем через 120 с после того, как ток становится равным 210 % номинального требуемого значения, указанного в таблице.

5.14 Испытание номинальной выходной мощности

5.14.1 Один образец энергоустановки на топливных элементах должен быть подвергнут испытанию на максимальную выходную мощность (произведение В на А) в соответствии с *5.14.3*, *5.14.4*.

5.14.2 Продолжительность проверки номинальной выходной мощности должна быть определена изготовителем.

Примечание — Ожидается, что максимальный ток будет сохраняться в течение 3 ч (или более) для определения непрерывной нагрузки.

5.14.3 На электрических выводах энергоустановки на топливных элементах, подключаемых к регулируемой нагрузке, необходимо измерить номинальную выходную мощность энергоустановки. Нагрузка во время испытания должна изменяться от нуля до короткого замыкания.

5.14.4 Выходная мощность (произведение В на А) энергоустановки не должна превышать обозначенное номинальное значение выходной мощности, см. *7.2c)*, более чем на ± 10 %.

5.15 Испытание на нештатную работу

5.15.1 Энергоустановка на топливных элементах должна быть протестирована на неисправную работу электрических компонентов, отмеченных в *5.15.2*—*5.15.4*. Созданные нарушения в работе электрических компонентов не должны приводить к ударам тока или опасности возгорания энергоустановки на топливных элементах.

5.15.2 Условия неисправной работы должны поддерживаться в течение 7 ч или до окончательного результата. Окончательные результаты включают в себя тепловую стабилизацию системы, срабатывание предохранителя или другого защитного устройства.

5.15.3 Испытания должны быть проведены при следующих условиях неисправности, насколько это возможно:

a) короткое замыкание электрических выводов энергоустановки;

b) блокирование ротора каждого вентилятора или двигателя вентилятора по одному за один раз, если система имеет принудительную вентиляцию;

c) переполюсовка аккумуляторных батарей, если используемые в системе аккумуляторные батареи могут быть заменены пользователем или разъем батареи неправильно ориентирован;

d) работа энергоустановки на топливных элементах на максимальной доступной мощности, которая определяется максимальной выходной мощностью в 5.14, если не срабатывает предохранитель;

e) работа энергоустановки при токе, равном 135 % номинального тока защитного предохранителя, при условии обхода предохранителя, если предохранитель функционирует при условии d); а также

f) отсутствие жидкости, подаваемой в жидкостные насосы, которым она требуется для охлаждения.

5.15.4 Если защитное устройство срабатывает при условиях *5.15.3* a)—d) и f), то испытание должно:

a) быть прекращено, если функционирует несбрасываемое, неавтоматическое устройство защиты,

b) продолжаться в течение 7 ч, если функционирует устройство защиты с функцией автоматического возврата в исходное положение, или

c) продолжаться в течение 10 циклов со скоростью не более 10 операций/мин, если функционирует ручное устройство сброса.

5.16 Испытание на выброс отходов

5.16.1 Выбросы любых веществ, приведенные в таблице 6, которые может осуществлять энергоустановка на метанольных топливных элементах, не должны превышать предельных значений, приведенных в таблице 6.

5.16.2 Энергоустановка на метанольных топливных элементах должна работать при номинальной мощности в открытом помещении или на улице. Должно быть зафиксировано достаточное количество проб отходов, чтобы можно было определить соответствие требованиям таблицы 6.

5.16.3 Образец отходов должен быть зафиксирован в точке выхлопа энергоустановки на метанольных топливных элементах. Результаты анализов должны сравниваться с предельными значениями, приведенными в таблице 6. Если измеренное значение меньше предельного, то энергоустановка на метанольных топливных элементах проходит испытание.

Таблица 6 — Предельные значения выбросов

Наименование	Предельное значение выброса
Метанол	1,8 г/ч
CO	0,20 г/ч
CO_2	Нет ограничений

5.17 Испытание на воздействие внешних факторов окружающей среды

5.17.1 Испытание в условиях воздействия дождя

Корпуса должны иметь степень защиты IPX4 в соответствии с *ГОСТ 14254*. Соответствие подтверждается путем проведения испытаний, требуемых *ГОСТ 14254*. Внешний корпус энергоустановки на топливных элементах должен соответствовать требованиям к испытаниям в соответствии с *ГОСТ 14254*, основанным на требованиях *4.13.2* и степени защиты IP изделия, указанной на заводской табличке. См. *7.2j)*.

Степень защиты IP2X является приемлемой для устройств, предназначенных и маркированных только для работы в помещении.

5.17.2 Испытание в условиях воздействия ветра

5.17.2.1 Энергоустановка на топливных элементах, работающая на метаноле, не должна создавать опасных условий при воздействии ветра со скоростью до 16 км/ч включительно. Соответствие воздействию подтверждается тестированием в соответствии с *5.17.2.2*—*5.17.2.4*.

5.17.2.2 Энергоустановка на топливных элементах не должна подвергаться неблагоприятному воздействию ветра.

5.17.2.3 Энергоустановка на топливных элементах должна работать без повреждений и сбоев в работе какой-либо ее части и не создавая опасных условий при воздействии ветра с номинальной скоростью 50 км/ч или номинальной максимальной скоростью ветра, установленной изготовителем и указанной на изделии, в зависимости от того, какая из них выше.

5.17.2.4 Ветер, производимый с помощью вентилятора или воздуходувки, имеющий скорость 50 км/ч или номинальную максимальную скорость, установленную изготовителем и указанную на изделии, в зависимости от того, какая из них больше, должен быть направлен против внешней поверхности энергоустановки на топливных элементах в направлениях, считающихся худшим случаем. Вентилятор

или воздуходувка должны быть расположены таким образом, чтобы равномерный ветер, охватывающий всю площадь проекции наружной поверхности энергоустановки, был направлен горизонтально по направлению к энергоустановке на топливных элементах при заданной скорости, измеренной в вертикальной плоскости на расстоянии 457,2 мм от наветренной поверхности энергоустановки на топливных элементах.

5.18 Испытания корпусов

5.18.1 Испытание корпуса нагрузкой

Внешний корпус автономной энергоустановки на топливных элементах должен быть сконструирован таким образом, чтобы сила нагрузки в 1110 Н, приложенная в течение 1 мин к верхней части внешнего корпуса, не приводила к повреждению топливного элемента, короткому замыканию внутри топливного элемента или другим опасностям.

5.18.2 Испытание термопластичных корпусов

5.18.2.1 Испытание на ударную нагрузку

Термопластичный корпус должен отвечать требованиям в соответствии с *ГОСТ IEC 60695-10-2*. Корпус должен также быть подвергнут испытанию на удар 136 Дж. Испытание на ударную нагрузку должно проводиться путем сбрасывания стального шара диаметром 101,6 мм и массой 4,5 кг с высоты 3,0 м.

5.18.2.2 Испытание на растрескивание при резком охлаждении

Энергоустановка на топливных элементах, имеющая корпус из термопластика и предназначенная для использования при низких температурах, маркированная для использования при температуре минус 20 °С и ниже в соответствии с *7.2f)*, должна отвечать требованиям испытания на растрескивание при резком охлаждении, при выдержке при минус 30 °С или при температуре на 10 °С ниже отмеченной номинальной температуры, в зависимости от того, какая из них ниже (см. [*28*], [*29*]), согласно серии стандартов, за исключением того, что корпус должен быть подвергнут воздействию удара 136 Дж во время испытания. Испытание проводится путем сбрасывания стального шара диаметром 101,6 мм и массой 4,5 кг с высоты 3,0 м.

5.18.3 Испытание на изменение формы

Термопластичный внешний корпус энергоустановки на топливных элементах должен соответствовать диапазону температур, которым он подвергается во время эксплуатации.

Корпус из термопластика испытывается в соответствии с *ГОСТ IEC 60695-10-2*.

В результате испытания на изменение формы не должно быть никакого коробления, плавления или другой деформации корпуса, которая оставит опасные части незащищенными, повлияет на вентиляцию или другие системы, которые могут повлиять на безопасность работы энергоустановки на топливных элементах.

5.18.4 Испытание деформированной части пламенем высотой 20 мм

В качестве альтернативы классификации термопластичных материалов корпуса, как V-0 или V-1, может быть проведено испытание прессованной части(ей) пламенем высотой 20 мм, как показано в *5.19.2—5.19.4*.

Испытание должно проводиться с использованием аппаратуры и испытательного пламени, которые описаны в [*30*].

Два приложения кончика пламени высотой 20 мм продолжительностью 30 с должны быть сделаны в каждой секции корпуса, выбранного, как указано выше, с интервалом 1 мин. Подача технического метана должна осуществляться с регулятором и измерителем для обеспечения равномерного потока газа.

Корпуса не должны воспламениться в течение более чем 1 мин после двух попыток воздействия продолжительностью 30 с с интервалом 1 мин между ними. Результаты не являются приемлемыми, если образец полностью разрушен.

5.19 Испытание маркировочной таблички на прочность крепления

5.19.1 Для определения, соответствует ли прикрепленная приклеиванием маркировочная пластина требованиям раздела 7, характерные образцы подлежат испытаниям на соответствие *5.19.2—5.19.5*. В каждом испытании три образца маркировочных пластин должны быть закреплены на испытательные поверхности, аналогичные тем, которые используются в предполагаемом изделии.

5.19.2 Непосредственно после каждого из испытаний *5.19.3*—*5.19.5* и после выдерживания при комнатной температуре в течение 24 ч все образцы должны:

a) демонстрировать хорошую адгезию, и их края не должны быть деформированы,

b) сопротивляться стиранию или удалению при воздействии (соскабливании) поперек испытываемой пластины с помощью плоского металлического лезвия толщиной 1,76 мм, которое проходит под прямым углом к испытываемой пластине,

c) иметь разборчивую надпись, которая не нарушается при истирании большим пальцем руки или при нажатии пальцем. Печать текста должна быть стойкой к удалению при помощи обычных химических веществ для очистки, или при истирании большим пальцем руки, или при нажатии пальцем.

5.19.3 В случае испытаний на старение три образца маркировочной таблички должны быть помещены в печь с циркуляцией воздуха и выдерживаться при температуре 85 °С в течение 240 ч.

5.19.4 Для испытания погружением в воду три образца маркировочной таблички должны быть размещены в контролируемой атмосфере и выдерживаться при температуре (23 ± 2) °С при относительной влажности (50 ± 5) % в течение 24 ч. Затем образцы погружают в воду при температуре (23 ± 2) °С на 48 ч.

5.19.5 Для испытания в стандартной атмосфере три образца маркировочной таблички должны быть размещены в контролируемой атмосфере и выдерживаться при температуре (23 ± 2) °С при относительной влажности (50 ± 5) % в течение 72 ч.

5.20 Испытание для эластомерных уплотнений, прокладок и трубок

5.20.1 Общие сведения

Эластомерные уплотнения, прокладки и трубки, от которых зависит безопасность энергоустановки, должны в соответствующих случаях подвергаться испытаниям по 5.20.2 и 5.20.3.

5.20.2 Ускоренное старение в печи с циркуляцией воздуха

Эластомерные уплотнения, прокладки и трубки, от которых зависит безопасность энергоустановки, должны быть пригодны для температур, при которых они работают, и должны соответствовать требованиям испытаний в соответствии с *ГОСТ ISO 16010*.

5.20.3 Испытания на воздействие низких температур

Эластомерные уплотнения, прокладки и трубки, от которых зависит безопасность энергоустановки, предназначенные для систем, работающих при экстремально низких температурах, минус 20 °С или ниже, не должны становиться ломкими в такой степени, что они не будут функционировать должным образом.

Части, описанные в 5.20.1, подвергаются испытанию на соответствие *ГОСТ ISO 16010*.

5.20.4 Испытание погружением

Эластомерные уплотнения, прокладки и трубки, от которых зависит безопасность энергоустановки, должны быть пригодны при воздействии жидкостей, таких как метанол, использующихся при эксплуатации, и должны соответствовать испытанию на изменение объема жидкости в соответствии с *ГОСТ ISO 16010*, за исключением тех случаев, когда испытываемая жидкость должна соответствовать такой жидкости, воздействию которой будет подвергаться материал (т.е. 100 % метанола или смеси метанола), и допустимое изменение объема должно составлять (25 ± 1) % полученного значения.

5.21 Испытание на герметичность неметаллических трубопроводов

Неметаллические трубки и трубопроводы, содержащие горючий газ и пары, должны быть в достаточной степени непроницаемыми для этих газов и паров.

Неметаллические трубки и трубопроводы должны быть подвергнуты испытанию на проницаемость по водороду в соответствии с [*31*].

5.22 Испытание электрических выводов

5.22.1 Электрические выводы энергоустановки на топливных элементах, предназначенные для воздействия экстремальных температур выше 50 °С и/или ниже минус 20 °С, должны быть сконструированы таким образом, чтобы выдержать испытание по *5.22.2*, которое основано на экстремальных температурах, как отмечено в *7.2f)*. Эти испытания не применяются к низковольтным цепям.

5.22.2 Части, описанные в *5.22.1*, должны подвергаться испытанию в соответствии с *ГОСТ ISO 16010*, на 10 К выше, чем отмеченное значение температуры, но не менее 70 °С в течение 168 ч. После воздействия температуры выводы должны быть проверены на наличие признаков износа, таких как трещины и оплавление.

Выводы с изоляцией с указанным температурным диапазоном, перекрывающим верхнюю температуру, указанную на энергоустановке в соответствии с *7.2f)*, не должны подвергаться этому испытанию.

5.23 Аварийная остановка

Эффективность каждого привода и устройства аварийной остановки должна быть подтверждена испытанием.

Энергоустановка на топливных элементах должна быть под напряжением, достаточным для проведения испытания. Цепи и компоненты могут запитываться от батарей или внешних источников вместо того, чтобы использовать топливный элемент с использованием легковоспламеняющегося газа, при условии, что все функции аварийной остановки могут быть подтверждены.

Каждый привод и устройство аварийной остановки должны приводиться в действие индивидуально.

Остановка и отключение питания каждого отдельного привода энергоустановки на топливных элементах, управляемого аварийной остановкой, должны быть подтверждены для каждого привода и устройства аварийной остановки. Приводы энергоустановки на топливных элементах могут включать в себя двигатели, клапаны, насосы, воздуходувки, вентиляторы и тому подобное.

6 Приемо-сдаточные испытания

6.1 Внешняя утечка

При внешней утечке компоненты энергоустановки, содержащие легковоспламеняющиеся жидкости, должны быть подвергнуты испытанию на внешнюю герметичность при 100 %-ной производительности.

При рабочих давлениях узлы, содержащие газ, не должны иметь утечек после эксплуатации в течение 1 мин. Видимые признаки мыльных пузырей, падения давления или подобных явлений применительно к методу испытания должны указать на наличие утечек в энергоустановке.

Энергоустановка на топливных элементах или ее части под испытательным давлением должны эксплуатироваться при нормальном рабочем давлении. Области потенциальных утечек на арматуре и других местах должны быть проверены на наличие утечек с использованием мыльного раствора или эквивалентных средств.

6.2 Испытание диэлектрика на электрическую прочность

Испытание в 5.12 проводится при 100 %-ной производительности, за исключением того, что время может быть снижено до 1 с, если напряжение испытания увеличивается на 120 % от номинального напряжения $(1000 + 2{,}4 \cdot V_{rated})$.

Этот тест производственной линии не требуется проводить при использовании низкого напряжения.

7 Маркировка

7.1 Табличка с маркировкой, указанной в *7.2*, должна быть постоянно прикреплена к энергоустановке на топливных элементах. Если для закрепления таблички на энергоустановке используется клей, то он должен выдержать испытание по 5.19.

7.2 Маркировка таблички энергоустановки на топливных элементах должна включать в себя следующее:

a) наименование изготовителя, товарный знак или другие наглядные обозначения, с помощью которых может быть идентифицирована организация, ответственная за продукт;

b) номер по каталогу или его аналог;

c) выходные электрические параметры при номинальном напряжении энергоустановки, максимальный непрерывный ток и номинальную выходную мощность;

d) тип используемого топлива, включая рабочее давление и максимальное рабочее давление;

e) в случаях, когда установлен топливный бак и трудно его осматривать, этикетка должна содержать сведения о полном объеме топливного бака в литрах наряду с датой повторного испытания (испытаний) или истечения срока годности;

f) минимальную и максимальную температуры окружающей среды при эксплуатации;

g) минимальную и максимальную температуры хранения, если они отличаются от f);

h) массу энергоустановки на топливных элементах для автономных энергоустановок;

i) центр тяжести энергоустановки на топливных элементах только для автономных энергоустановок;

j) степень защиты IP, соответствующая *4.13.1—4.13.3* и 5.18.1, должна быть предусмотрена на всю энергоустановку на топливных элементах.

7.3 Все остальные необходимые маркировки по a) — j) должны быть несъемными и в соответствии с *ГОСТ IEC 60950-1—2014*, 1.7.11:

a) энергоустановка на топливных элементах, предназначенная для установки в полевых условиях, должна также включать в себя маркировку, указывающую на то, что энергоустановка предназначена для монтажа на месте эксплуатации только квалифицированным персоналом;

b) системы, снабженные сменными предохранителями, должны иметь маркировку номинального тока и напряжения предохранителя вблизи места его установки;

c) полярность внешних выводов должна быть нанесена на выводы, если только они не заканчиваются соединителем однозначно определяемой полярности;

d) энергоустановка на топливных элементах должна иметь маркировку, указывающую на то, что она должна быть соответствующим образом подключена к системе уравнивания потенциалов (заземления) подъемно-транспортного средства;

e) с учетом 4.6.4, если используется ручной клапан для подачи горючего газа в энергоустановку на топливных элементах, указанный клапан должен иметь маркировку «Ручной запорный клапан»;

f) таблички и документация топливных баков должны включать дату окончания эксплуатации сосудов, работающих под давлением, на основе самого неблагоприятного случая;

g) маркировка должна быть на языке(ах) страны, в которой предполагается использовать подъемно-транспортную технику, в соответствии с национальным законодательством (*ГОСТ Р 51354*). Также достаточно пиктограммы;

h) использование символов должно быть в соответствии с [*32*] и/или *ГОСТ ISO 3864-1*.

8 Инструкции

8.1 Общие положения

Энергоустановка на топливных элементах должна быть снабжена инструкцией по эксплуатации на государственном языке страны эксплуатации.

Инструкция по эксплуатации должна включать в себя техническое обслуживание, эксплуатацию и монтаж в соответствии с 8.2—8.4.

Руководство по эксплуатации должно включать в себя монтажную схему электропроводки и схему топливопровода.

Инструкции по эксплуатации и хранению должны описывать возможные опасности, возникающие в результате использования топлива, и любые меры предосторожности, которые необходимо соблюдать при обращении с материалами.

Информация, устанавливающая требования к монтажу, техническому обслуживанию, зарядке и обращению, должна быть включена в инструкцию по монтажу энергоустановки на топливных элементах и/или подъемно-транспортного средства.

Руководство должно включать информацию о переработке и обращении с поврежденным топливным элементом.

8.2 Инструкции по техническому обслуживанию

Инструкции по техническому обслуживанию, в зависимости от конкретного случая, должны включать следующее:

a) для энергоустановки на топливных элементах, которая снабжена сменными аккумуляторными батареями, — инструкции по замене батарей, включая тип и номинальные характеристики батарей;

b) для энергоустановки на топливных элементах со сменными предохранителями — инструкции по замене предохранителей, включая тип, номинальное напряжение и ток предохранителей;

c) инструкции относительно необходимости поддерживать все вентиляционные и выпускные отверстия незакрытыми, так, чтобы не блокировался доступ воздуха и чтобы любые зазоры, необходи-

мые для поддержания соответствующей вентиляции и выхлопа, сохранялись при установке на подъемно-транспортном средстве;

d) инструкции по базовому осмотру и техническому обслуживанию, такому как очистка фильтра, замена и смазка деталей. См. также исключение в *4.14.2.6*;

e) источник запасных частей;

f) разъяснение необходимости и минимальной частоты периодических осмотров и проверок квалифицированным персоналом, например проверка каких-либо критических компонентов безопасности, требующих калибровки, таких как газовые детекторы и контактные датчики давления;

g) дисплей энергоустановки на топливных элементах должен показывать, что необходимо техническое обслуживание или производитель энергоустановки на топливных элементах должен установить, когда необходимо техническое обслуживание, и указать на это.

8.3 Инструкции по эксплуатации

Инструкции по эксплуатации, в зависимости от конкретного случая, должны включать следующее:

a) инструкции для запуска и останова энергоустановки;

b) подробные инструкции по правильной дозаправке энергоустановки;

c) для энергоустановки на топливных элементах без степени защиты IP от проникновения воды — фразу: «ВНИМАНИЕ: не предназначено для использования в условиях повышенной влажности до 95 %, влажных или в условиях дождя»;

d) для энергоустановки на топливных элементах, не предназначенной для экстремальных температур, — фразу: «ВНИМАНИЕ: не предназначено для использования при температуре ниже___градусов. Не предназначено для использования при температуре выше___градусов»;

e) информацию, касающуюся технических мер по организации надлежащего доступа и вентиляции воздуха, которая должна включать следующую фразу: «Эта энергоустановка на топливных элементах использует кислород, присутствующий на рабочей площадке, на которой она используется. Ее не следует использовать в замкнутом пространстве или герметичном помещении, если только иное не предусмотрено для надлежащей подачи и вентиляции воздуха»; также должен быть включен пример для определения объема типичной рабочей площадки.

Примечание — Необычно жесткая конструкция определяется как:

- стены и потолок, подвергающиеся воздействию внешней атмосферы, имеют сплошную влагоизоляцию до 6·10 кг/(мПа·с) (1 перм) или менее с отверстиями, герметизированными прокладками или сальниковыми уплотнениями;
- открывающиеся окна и двери снабжены герметизирующими прокладками;
- конопатка или герметизирование применяются к таким областям, как швы вокруг оконных и дверных рам, между плитами и полом, между стено-потолочными соединениями, между стеновыми панелями, на проходках для сантехники, электрических и газовых линий, а также в других отверстиях.

8.4 Инструкции по монтажу

8.4.1 Для правильного монтажа энергоустановки на топливных элементах должны сопровождаться инструкциями, включающими требования к электрическим зазорам, расположению вентиляционных и выпускных отверстий, креплений, электрических соединений и соединений топливопровода, но не ограничиваясь ими. Там, где может возникнуть опасность из-за пространственной ориентации системы или ее расположения, должны быть предусмотрены необходимые инструкции, а энергоустановка — маркирована соответствующим образом.

8.4.2 Инструкции по монтажу должны содержать инструкции относительно надлежащего присоединения энергоустановки на топливных элементах к средствам заземления подъемно-транспортного средства, см. 4.11.5.

8.4.3 Если предусмотрены топливные баки, должны быть предусмотрены инструкции для их правильной установки, включая инструкции для подключения топливных линий к энергоустановке на топливных элементах.

8.4.4 Инструкция по монтажу для энергоустановки на топливных элементах, смонтированной в полевых условиях, должна включать формулировку о том, что энергоустановка предназначена для монтажа на месте эксплуатации только квалифицированным персоналом.

Приложение А
(справочное)

Сравнение терминов, связанных с давлением

Таблица А.1 — Сравнительная таблица терминов, связанных с давлением

Терминология, связанная с давлением	Стандарт/код				
	ISO/TS 15869	NFPA 52	ASME B&PV Code Sec.VIII	SAE J2600	UL 2267 / (2006)
Рабочее давление (РД)	—	То же, что и НРД	—	—	25 МПа или 35 МПа
Рабочее давление (НРД) или просто рабочее давление (РабД)	То же, что и НРД или РД	—	—	То же, что и РД	—
Максимальное рабочее давление (МРД)	—	1,25·РД, то же, что и МДЗ	—	1,25·НРД, то же, что и МДЗ	1,25·РД, 31,25 МПа или 43,75 МПа
Максимальное давление заправки (МДЗ)	1,25·РабД, то же, что и МРД	—	—	1,25·НРД, то же, что и МРД	—
Проектное (расчетное) давление (ПД)	—	—	ПД	—	—
Максимальное допустимое рабочее давление (МДРД)	—	1,38·РД	МДРД	1,38·НРД	1,25·РД, 34,5 МПа или 48,3 МПа

Приложение В
(справочное)

Значительные факторы риска, опасные ситуации и события, рассматриваемые в настоящем стандарте

Таблица В.1

Требования	Релевантно да/нет?	Соответствие
1 Принципы интеграции систем безопасности	Да	Руководство по применению [*33*]
2 Требования, предъявляемые к проектированию и строительству		
2.1 Защита от поражения электрическим током и других опасных воздействий электрического тока:		
- ток утечки (например, из-за повреждения изоляции)	Да	4.14.13
- энергоснабжение	Да	4.14.7
- накопленные заряды	Да	4.14.10
- дуговой разряд и дуговое замыкание	Да	4.11, 4.14.2, 4.14.3
- поражение электрическим током	Да	5.10, 5.12, 6.2
- ожоги	Да	4.4
2.2 Защита от пожара:		
- внешнее возгорание	Да	5.15
- внутреннее возгорание	Да	5.15
2.3 Защита от механических воздействий:		
- нестабильность	Да	5.4
- поломка во время эксплуатации	Да	5.4
- падающие или эжектируемые предметы	Да	4.16
- шероховатые поверхности, острые края и углы	Да	4.13, 4.16
- подвижные элементы, особенно там, где возможна вибрация при движении с переменной скоростью	Да	4.14.5, 4.16
- вибрация	Да	5.2
- неправильная подгонка деталей	Да	4
2.4 Защита от других опасностей:		
- взрыв, вызванный самим оборудованием или веществами, которые могут производиться, выделяться или использоваться оборудованием	Да	5.8
- схлопывание	Да	5.7
- акустический шум	Нет	
- чрезмерная температура выбрасываемых материалов или доступных нерабочих поверхностей, к которым можно прикоснуться	Да	5.9
- неблагоприятные биологические и/или химические явления	Да	4.12
- гигиенические условия	Да	4.12

Окончание таблицы В.1

Требования	Релевантно да/нет?	Соответствие
- выбросы, производство и/или использование опасных веществ (например, газов, жидкостей, порошков, аэрозолей, паров)	Да	4.12, 5.16
- старение материалов	Да	5.4
- работа без присутствия оператора	Нет	
- подключение к источнику питания и отключение от него	Да	4.14.12
- комбинация оборудования	Да	4.14.14
2.5 Защита от опасностей, возникающих в результате неправильного функционирования:		
- предполагаемые условия окружающей среды, включая электрические, магнитные и электромагнитные помехи, рассматриваемые как относящиеся к изделию или к общему стандарту по электромагнитной совместимости	Да	5.8
- логические ошибки в аппаратном или программном обеспечении	Да	4.16
- перебои или нормально ожидаемые перебои в подаче электроэнергии	Да	4.14.12
- неожиданный запуск или остановка работы	Да	4.15
- невозможность остановки или запуска	Да	4.15
2.6 Защита от опасностей, связанных с электрическими, магнитными и электромагнитными полями, другими ионизирующими и неионизирующими излучениями	Да	4.11, 4.14.1
2.7 Эргономика	Нет	—
3 Требования к информации		
- Документация, прилагаемая к оборудованию, должна включать инструкции по безопасной настройке, техническому обслуживанию, чистке, эксплуатации и хранению	Да	8.2, 8.3
- Там, где риски сохраняются, несмотря на все принятые меры, или в случае потенциальных рисков, которые не являются заметными, должны быть предоставлены соответствующие предупреждения	Да	8.3
- Существенные характеристики, понимание и соблюдение которых обеспечит безопасное использование оборудования по назначению и для случаев, когда применение может быть обосновано допустимым, должны быть разборчиво нанесены на оборудование. Нанесение должно быть нестираемым. Или, если это невозможно, существенные характеристики должны быть указаны в прилагаемой инструкции по эксплуатации	Да	7
- Информация, указанная либо на маркировке, либо в инструкциях по эксплуатации, которая необходима для безопасного использования оборудования, должна быть максимально понятна предполагаемому пользователю	Да	7, 8

Приложение ДА
(справочное)

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

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ 12.4.262—2014 (ISO 1419:1995)	MOD	ISO 1419:1995 «Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Испытания на ускоренное старение»
ГОСТ 4647—2015	NEQ	ISO 179-1:2010 «Пластмассы. Определение ударной прочности по Шарпи. Часть 1. Неинструментальный метод испытания на удар»
ГОСТ 14254—2015 (IEC 60529:2013)	MOD	IEC 60529:2013 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)»
ГОСТ 19109—2017 (ISO 180:2000)	MOD	ISO 180:2000 «Пластмассы. Определение ударной прочности по Изоду»
ГОСТ 24048—80 (ИСО 2626—73)	MOD	ISO 2626:1973 «Медь. Метод определения водородной хрупкости»
ГОСТ 29088—91 (ИСО 1798—83)	MOD	ISO 1798:1983 «Материалы полимерные ячеистые эластичные. Определение прочности и удлинения при разрыве»
ГОСТ 31610.0—2019 (IEC 60079-0:2017)	MOD	IEC 60079-0:2017 «Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования»
ГОСТ 31610.10-1—2022 (IEC 60079-10-1:2020)	MOD	IEC 60079-10-1:2020 «Взрывоопасные среды Часть 10-1. Классификация зон. Взрывоопасные газовые среды»
ГОСТ IEC 60079-29-1—2013	IDT	prIEC 60079-29-1 «Взрывоопасные среды. Часть 29-1. Газоанализаторы. Требования к эксплуатационным характеристикам газоанализаторов горючих газов»
ГОСТ IEC 60227-3—2011	IDT	IEC 60227-3:1997 «Кабели с поливинилхлоридной изоляцией на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Кабели без оболочки для стационарной прокладки»
ГОСТ IEC 60227-5—2011	IDT	IEC 60227-5:1997 «Кабели с поливинилхлоридной изоляцией на номинальные напряжения до 450/750 В включительно. Часть 5. Гибкие кабели (шнуры)»
ГОСТ IEC 60335-2-41—2015	IDT	IEC 60335-2-41:2012 «Приборы электрические бытового и аналогичного назначения. Безопасность. Часть 2-41. Частные требования к насосам»
ГОСТ IEC 60335-2-80—2017	IDT	IEC 60335-2-80:2015 «Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-80. Частные требования к вентиляторам»
ГОСТ IEC 60695-10-2—2013	IDT	IEC 60695-10-2:2003 «Испытания на пожароопасность. Часть 10-2. Аномальный нагрев. Испытание вдавливанием шарика»
ГОСТ IEC 60730-1—2016	IDT	IEC 60730-1:2013 «Автоматические электрические управляющие устройства. Часть 1. Общие требования»

Продолжение таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ IEC 60947-3—2022	IDT	IEC 60947-3:2020 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 3. Выключатели, разъединители, выключатели-разъединители и их комбинации с предохранителями»
ГОСТ IEC 60947-5-1—2014	IDT	IEC 60947-5-1:2009 «Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 5-1. Устройства и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления»
ГОСТ IEC 60950-1—2014	IDT	IEC 60950-1:2013 «Оборудование информационных технологий. Безопасность. Часть 1. Общие требования»
ГОСТ IEC 61204-7—2023	IDT	IEC 61204-7:2016 «Источники питания низковольтные, вырабатывающие постоянный ток. Часть 7. Требования безопасности»
ГОСТ IEC 61508-3—2018	IDT	IEC 61508-3:2010 «Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 3. Требования к программному обеспечению»
ГОСТ IEC 61558-1—2012	IDT	IEC 61558-1:2009 «Трансформаторы силовые, блоки питания, реакторы и аналогичные изделия. Безопасность. Часть 1. Общие требования и испытания»
ГОСТ ISO 1421—2021	IDT	ISO 1421:2016 «Ткани с резиновым или полимерным покрытием. Определение разрывной нагрузки и удлинения при разрыве»
ГОСТ ISO 3864-1—2013	IDT	ISO 3864-1:2011 «Символы графические. Сигнальные цвета и знаки безопасности. Часть 1. Принципы проектирования знаков и сигнальной разметки»
ГОСТ ISO 4675—2019	IDT	ISO 4675:2017 «Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Испытание на изгиб при низкой температуре»
ГОСТ ISO 11114-4—2017	IDT	ISO 11114-4:2017 «Баллоны газовые переносные. Совместимость материалов, из которых изготовлены баллоны и клапаны, с содержимым газом. Часть 4. Методы испытания для выбора сталей, устойчивых к водородному охрупчиванию»
ГОСТ ISO 12100—2013	IDT	ISO 12100:2010 «Безопасность машин. Общие принципы конструирования. Оценка рисков и снижение рисков»
ГОСТ ISO 13849-1—2014	IDT	ISO 13849-1:2006 «Безопасность машин. Детали систем управления, связанные с обеспечением безопасности. Часть 1. Общие принципы проектирования»
ГОСТ ISO 16010—2022	IDT	ISO 16010:2019 «Эластомерные уплотнения. Требования к материалу для уплотнений, применяемых в трубопроводах и фитингах для газообразного топлива и углеводородных жидкостей»
ГОСТ ISO 23551-1—2015	IDT	ISO 23551-1:2012 «Предохранители и регуляторы для газовых горелок и газосжигательного оборудования. Частные требования. Часть 1. Автоматические и полуавтоматические клапаны»
ГОСТ Р 8.585—2001	NEQ	IEC 60584-1:1995 «Термопары. Часть 1. Градуировочные таблицы» IEC 60584-2:1982 «Термопары. Часть 2. Допуски» IEC 60584-3:1989 «Термопары. Часть 3. Удлинительные и компенсационные провода. Допуски и система идентификации»

Продолжение таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ Р 27.302—2009	NEQ	IEC 61025:2006 «Анализ диагностического дерева неисправностей»
ГОСТ Р 27.303—2021 (МЭК 60812:2018)	MOD	IEC 60812:2018 «Анализ видов и последствий отказов (FMEA и FMECA)»
ГОСТ Р 50571.4.41—2022/ МЭК 60364-4-41:2017	IDT	IEC 60364-4-41:2017 «Электроустановки низковольтные. Часть 4-41. Защита для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током»
ГОСТ Р 50571.4.41—2022	IDT	IEC 60364-4-41:2017 «Электроустановки низковольтные. Часть 4-41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током»
ГОСТ Р 51354—99 (ИСО 3691-80)	MOD	ISO 3691:1980 «Тележки грузовые самоходные. Руководство по технике безопасности»
ГОСТ Р 52350.29.4—2011 (МЭК 60079-29-4:2009)	MOD	IEC 60079-29-4:2009 «Взрывоопасные среды. Часть 29-4. Газоанализаторы. Общие технические требования и методы испытаний газоанализаторов горючих газов с открытым оптическим каналом»
ГОСТ Р 54114—2010	NEQ	ISO 16111:2008 «Переносные емкости для хранения газа. Водород, поглощаемый обратимым гидридом металла»
ГОСТ Р 56188.1—2023 (МЭК 60050-485:2020)	MOD	IEC 60050-485:2020 «Международный электротехнический словарь (МЭС). Часть 485: Технологии топливных элементов»
ГОСТ Р 56188.2—2023 (МЭК 62282-2-100:2020)	MOD	IEC 62282-2-100:2020 «Технологии топливных элементов. Часть 2-100. Модули топливных элементов. Безопасность»
ГОСТ Р 56188.3.100—2023 (МЭК 62282-3-100:2019)	MOD	IEC 62282-3-100:2019 «Технологии топливных элементов. Часть 3-100: Стационарные энергоустановки на топливных элементах. Безопасность»
ГОСТ Р 56188.5.100—2023 (МЭК 62282-5-100:2018)	MOD	IEC 62282-5-100:2018 «Технологии топливных элементов. Часть 5-100. Портативные энергосистемы на основе топливных элементов. Безопасность»
ГОСТ Р ИСО 17268—2014	IDT	ISO 17268:2012 «Устройства присоединительные для повторной заправки топливом наземных средств передвижения, работающих на сжатом водороде»
ГОСТ Р МЭК 31010—2021	IDT	IEC 31010:2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска»
ГОСТ Р МЭК 60204-1—2007	IDT	IEC 60204-1:2005 «Безопасность машин и механизмов. Электрооборудование промышленных машин. Часть 1. Общие требования»
ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012	IDT	IEC 60664-1:2007 «Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 1. Принципы, требования и испытания»
ГОСТ Р МЭК 61430—2004	IDT	IEC/TR 61430:1997 «Аккумуляторы и аккумуляторные батареи. Методы испытаний для проверки рабочих характеристик устройств, предназначенных для снижения опасности взрыва. Стандартные свинцовые аккумуляторные батареи»
ГОСТ Р МЭК 61508-1—2012	IDT	IEC 61508-1:2010 «Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 1. Общие требования»

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ Р МЭК 61508-2—2012	IDT	IEC 61508-2:2010 «Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 2. Требования к электрическим/электронным/программируемым электронным системам, связанным с безопасностью»
ГОСТ Р МЭК 61508-4—2012	IDT	IEC 61508-4:2010 «Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 4. Определения и сокращения»
ГОСТ Р МЭК 61508-5—2012	IDT	IEC 61508-5:2010 «Функциональная безопасность электрических/электронных/программируемых электронных систем, связанных с безопасностью. Часть 5. Примеры методов для определения уровней целостности защиты»
ГОСТ Р МЭК 61508-6—2012	IDT	IEC 61508-6:2010 «Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 6. Руководящие указания по применению стандартов IEC 61508-2 и IEC 61508-3»
ГОСТ Р МЭК 61508-7—2012	IDT	IEC 61508-7:2010 «Функциональная безопасность электрических/электронных/программируемых электронных систем, обеспечивающих безопасность. Часть 7. Обзор методов и средств измерения»
ГОСТ Р МЭК 62133-1—2019	IDT	IEC 62133-1:2017 «Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Требования безопасности для портативных герметичных аккумуляторов и батарей из них при портативном применении. Часть 1. Системы на основе никеля»
ГОСТ Р МЭК 62391-1—2023	IDT	IEC 62391-1:2022 «Конденсаторы постоянной емкости с двойным электрическим слоем для использования в электрическом и электронном оборудовании. Часть 1. Общие технические условия»
ГОСТ Р МЭК 62391-2—2023	IDT	IEC 62391-2:2006 «Конденсаторы постоянной емкости с двойным электрическим слоем для использования в электрическом и электронном оборудовании. Часть 2. Групповые технические условия. Конденсаторы двойнослойные для силовых применений»
ГОСТ Р МЭК 62619—2023	IDT	IEC 62619:2022 «Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Требования безопасности для литий-ионных аккумуляторов и батарей для промышленных применений»

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

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

Библиография

[1]	ИСО 5053-1:2020	Промышленные погрузчики. Словарь. Часть 1. Типы промышленных погрузчиков (Industrial trucks — Vocabulary — Part 1: Types of industrial trucks)
[2]	МЭК 60079-10-1:2020	Взрывоопасные среды. Часть 10-1. Классификация зон. Взрывоопасные газовые среды (Explosive atmospheres — Part 10-1: Classification of areas — Explosive gas atmospheres)
[3]	ISO/TR 15916:2015	Основные требования безопасности водородных систем (Basic considerations for the safety of hydrogen systems)
[4]	ИСО 13226:2018	Резина. Стандартные образцы эластомеров для определения влияния жидкостей на резину [Rubber — Standard reference elastomers (SREs) for characterizing the effect of liquids on vulcanized rubbers]
[5]	ИСО 15649:2001	Нефтяная и газовая промышленность. Система трубопроводов (Petroleum and natural gas industries — Piping)
[6]	ИСО 14113:2013	Оборудование для газовой сварки. Резиновые и пластмассовые рукава в сборе для сжатых или сжиженных газов до максимального расчетного давления 450 бар (45 МПа) (Gas welding equipment — Rubber and plastic hose and hose assemblies for use with industrial gases up to 450 bar)
[7]	ИСО 10380:2012	Трубопроводы. Гофрированные металлические рукава и рукава в сборе (Pipework — Corrugated metal hoses and hose assemblies)
[8]	ИСО 10806:2003	Трубопроводы. Фитинги для гофрированных металлических рукавов (Pipework — Fittings for corrugated metal hoses)
[9]	ИСО 4038:1996	Транспорт дорожный. Гидравлические тормозные системы. Трубки с отогнутой кромкой, резьбовые отверстия, ввертные фитинги и наконечники шлангов (Road vehicles — Hydraulic braking systems — Simple fare pipes, tapped holes, male fittings and hose end fittings)
[10]	ИСО 19881:2018	Водород газообразный. Топливные баки наземных транспортных средств (Gaseous hydrogen — Land vehicle fuel containers)
[11]	ГТП ООН № 13	Глобальные технические правила, касающиеся транспортных средств, работающих на водороде и топливных элементах
[12]	Правила ООН № 134	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения механических транспортных средств и их элементов оборудования в отношении связанных с обеспечением безопасности эксплуатационных характеристик транспортных средств, работающих на водороде
[13]	ИСО 19882:2018	Водород газообразный. Устройства сброса давления при повышении температуры топливных баллонов с сжатым водородом для наземных транспортных средств (Gaseous hydrogen — Thermally activated pressure relief devices for compressed hydrogen vehicle fuel containers)
[14]	ИСО 10442:2002	Промышленность нефтяная, химическая и газовая. Центробежные воздушные блочные компрессоры с встроенным редуктором (Petroleum, chemical and gas service industries — Packaged, integrally geared centrifugal air compressors)
[15]	МЭК 60730-1:2013/ AMD1:2015	Поправка 1 — Автоматические электрические управляющие устройства. Часть 1. Общие требования
[16]	МЭК 60730-1:2013/ AMD2:2020	Поправка 2 — Автоматические электрические управляющие устройства. Часть 1. Общие требования
[17]	ИСО 21927-3:2021	Системы противодымной защиты и терморегулирования. Часть 3. Технические требования к вытяжным вентиляторам дыма и тепла с приводом (Smoke and heat control systems — Part 3: Specification for powered smoke and heat exhaust ventilators)

[18]	МЭК 60695-11-10:2013	Испытания на пожароопасность. Часть 11-10. Пламя для испытания. Методы испытания горизонтальным и вертикальным пламенем мощностью 50 Вт (Fire hazard testing — Part 11-10: Test flames — 50 W horizontal and vertical flame test methods)
[19]	ISO/TS 3691-7:2011	Автопогрузчики промышленные. Требования безопасности и верификация. Часть 7. Региональные требования для стран Европейского Сообщества (Industrial trucks — Safety requirements and verification — Part 7: Regional requirements for countries within the European Community)
[20]	ISO/TS 3691-8:2019	Промышленные автопогрузчики. Требования безопасности и верификация. Часть 8. Региональные требования для стран, не входящих в Европейское Сообщество (Industrial trucks — Safety requirements and verification — Part 8: Regional requirements for countries outside the European Community)
[21]	МЭК 60364 (все части)	Энергоустановки низковольтные (Low-voltage electrical installations)
[22]	МЭК 60034 (все части)	Машины электрические вращающиеся (Rotating electrical machines)
[23]	ИСО 20898:2008	Промышленные тележки. Электрические требования (Industrial trucks — Electrical requirements)
[24]	МЭК 62477-1:2022	Требования безопасности к системам и оборудованию силовых электронных преобразователей. Часть 1. Общие положения (Safety requirements for power electronic converter systems and equipment — Part 1: General)
[25]	ИСО 877 (все части)	Пластмассы. Методы воздействия солнечного излучения (Plastics — Methods of exposure to solar radiation)
[26]	ИСО 2440:2019	Материалы полимерные ячеистые эластичные и жесткие. Испытания на ускоренное старение (Flexible and rigid cellular polymeric materials — Accelerated ageing tests)
[27]	ИСО 13849-2:2012	Безопасность машин. Детали систем управления, связанные с обеспечением безопасности. Часть 2. Валидация (Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 2: Validation)
[28]	МЭК 60695-1-30:2017	Испытания на пожароопасность. Часть 1-30. Руководство по оценке пожарной опасности электротехнической продукции. Процесс тестирования с предварительным выбором. Общие руководящие указания (Fire hazard testing — Part 1-30: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products — Preselection testing process — General guidelines)
[29]	МЭК 60695 (все части)	Испытания на пожароопасность (Fire hazard testing)
[30]	МЭК 60695-11-4:2011	Испытание на пожарную опасность. Часть 11-4. Пламя для испытаний. Пламя мощностью 50 Вт. Аппаратура и приемочный метод испытания (Fire hazard testing — Part 11-4: Test flames — 50 W flame — Apparatus and confirmational test method)
[31]	ИСО 4080:2024	Рукава и рукава в сборе резиновые и пластмассовые. Определение газопроницаемости (Rubber and plastics hoses and hose assemblies — Determination of permeability to gas)
[32]	ИСО 7010:2019	Символы графические. Цвета и знаки безопасности. Зарегистрированные знаки безопасности (Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Registered safety signs)
[33]	Руководство МЭК 116:2018	Руководящие указания по оценке риска, связанного с безопасностью низковольтного оборудования, и по его снижению (Guidelines for safety related risk assessment and risk reduction for low voltage Equipment)

УДК 621.352.6, 621.878.4, 621.646.4, 62-838:006.35 ОКС 27.075

Ключевые слова: подъемно-транспортная техника, технологии топливных элементов, топливный элемент, водород, метанол, требования безопасности

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 11.11.2024. Подписано в печать 03.12.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 5,12. Уч.-изд. л. 4,10.

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