ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 54111.3— 2011

ДОРОЖНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА НА ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Требования техники безопасности

Часть 3

Защита людей от поражения электрическим током

(ISO 23273-3:2006 (E), NEQ)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Некоммерческим партнерством «Национальная ассоциация водородной энергетики» (НП «НАВЭ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 29 «Водородные технологии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. № 891-ст

4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений международного стандарта ИСО 23273-3 «Дорожные транспортные средства на топливных элементах. Требования безопасности. Часть 3. Защита людей от поражения электрическим током» [ISO 23273-3:2006 (E) «Fuel cell road vehicles — Safety specifications — Part 3: Protection of persons against electric shock», NEQ]

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Июнь 2019 г.

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

© Стандартинформ, оформление, 2012, 2019

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

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Условия и режимы работы . . . 4
5 Классы напряжения электрических цепей . . . 4
6 Маркировка . . . 5
6.1 Электрическое оборудование . . . 5
6.2 Обозначение проводки на напряжение класса Б . . . 5
7 Меры по защите людей от поражения электрическим током . . . 5
7.1 Общие положения . . . 5
7.2 Основные меры защиты . . . 5
7.3 Защита в условиях случайного отказа . . . 6
7.4 Дополнительный (альтернативный) подход к мерам по защите от поражения электрическим током . . . 6
8 Методы испытаний и контроля мер по защите от поражения электрическим током . . . 7
8.1 Общие положения . . . 7
8.2 Изоляция . . . 7
8.3 Требования к барьерам/кожухам . . . 8
Библиография . . . 10

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ДОРОЖНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА НА ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Требования техники безопасности

Часть 3

Защита людей от поражения электрическим током

Fuel cell road vehicles. Safety engineering requirements.
Part 3. Protection of persons against electric shock

Дата введения — 2012—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на бортовые электрические системы рабочим напряжением от 25 до 1000 В переменного тока или от 60 до 1500 В постоянного тока.

Настоящий стандарт устанавливает основные требования для транспортных средств на топливных элементах (ТСТЭ) в отношении опасности для людей и окружающей среды внутри и вне транспортного средства, связанной с поражением электрическим током.

Стандарт не распространяется на:

- ТСТЭ, работающие от внешнего источника электропитания;
- изготовление, техническое обслуживание и ремонт ТСТЭ.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения

ГОСТ 12.1.019 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

ГОСТ 3022 Водород технический. Технические условия

ГОСТ 15543.1 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 18311 Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 28751 Электрооборудование автомобилей. Электромагнитная совместимость. Кондуктивные помехи по цепям питания. Требования и методы испытаний

ГОСТ 29157 Совместимость технических средств электромагнитная. Электрооборудование автомобилей. Помехи в контрольных и сигнальных бортовых цепях. Требования и методы испытаний[1)]

ГОСТ Р МЭК 536 Классификация электротехнического и электронного оборудования по способу защиты от поражения электрическим током[2)]

[1)] Действует ГОСТ 33991—2016 «Электрооборудование автомобильных траспортных средств. Электромагнитная совместимость. Помехи в цепях. Требования и методы испытаний».

[2)] Действует ГОСТ IEC 61140—2012 «Защита от поражения электрическим током. Общие положения безопасности установок и оборудования».

Издание официальное

ГОСТ Р 51673 Водород газообразный чистый. Технические условия

ГОСТ Р 54111.1 Дорожные транспортные средства на топливных элементах. Требования безопасности. Часть 1. Функциональная безопасность транспортного средства

ГОСТ Р 54111.2 Дорожные транспортные средства на топливных элементах. Требования безопасности. Часть 2. Защита от опасностей, связанных с использованием водорода, в транспортных средствах, работающих на сжатом водороде

ГОСТ Р 54113 Соединительные устройства для многократной заправки сжатым водородом наземных транспортных средств

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

ГОСТ Р МЭК 61140 Защита от поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязи[1)]

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 следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **система подготовки воздуха** (air processing system): Система, которая подготавливает (то есть фильтрует, дозирует, кондиционирует и нагнетает) входящий воздух для системы топливных элементов.

3.2 **вспомогательная электрическая цепь** (auxiliary electric circuit): Электрическая цепь различного функционального назначения, не связанная с приводом транспортного средства, обеспечивающая работу ламп, двигателей стеклоочистителей ветрового (переднего) стекла и радиоприемника и др.

3.3 **вспомогательные части энергоустановки на топливных элементах** (balance of fuel cell power system): Часть электрической энергосистемы на топливных элементах, за исключением комплекта топливных элементов, батарей и т. д.

3.4 **барьер** (barrier): Часть, предоставляющая защиту от непосредственного контакта со стороны любого стандартного направления доступа.

3.5 **основная система изоляции** (basic insulation): Изоляция, обеспечивающая защиту от прямого контакта с токоведущими элементами конструкции в условиях безаварийной эксплуатации.

3.6 **основная защита** (basic protection): Защита от непосредственного контакта с токоведущими деталями в условиях безаварийной эксплуатации.

3.7 **элемент аккумуляторной батареи** (battery cell): Перезаряжаемый аккумулятор, состоящий из электродов, электролита, корпуса, клемм и др., в котором происходит электрохимическое преобразование энергии.

3.8 **аккумуляторная батарея** (battery pack): Единый механический узел, состоящий из элементов аккумуляторной батареи и крепежных конструкций и устройств управления.

3.9 **электрический разъем шасси** (chassis-bonded): Электромеханический узел, обеспечивающий соединение электрической цепи с электрическим шасси.

3.10 **токопроводящая часть** (conductive part): Часть конструкции, способная проводить электрический ток, которая при нормальном использовании может стать причиной поражения электрическим током.

3.11 **непосредственный контакт** (direct contact): Контакт человека с токопроводящими деталями.

[1)] Действует ГОСТ IEC 61140—2012 «Защита от поражения электрическим током. Общие положения безопасности установок и оборудования».

3.12 **двойная изоляция** (double insulation): Изоляция, состоящая из основной и дополнительной изоляции.

3.13 **шасси электрическое** (electric chassis): Токопроводящая механическая структура транспортного средства, включающая в себя все взаимодействующие электрические и электронные компоненты, чьи части соединены электрически и чей потенциал принят за начало отсчета.

3.14 **электрическая цепь** (electric circuit): Совокупность устройств, предназначенных для протекания электрического тока.

3.15 **преобразователь постоянного тока** (dc/dc converter): Комплект аппаратуры для преобразования постоянного тока одного напряжения в постоянный ток другого напряжения.

3.16 **электрический шок** (electric shock): Физиологические последствия в результате воздействия электрического тока на тело человека.

3.17 **кожух** (enclosure): Элемент, обеспечивающий защиту оборудования от внешних воздействий и от непосредственного контакта с ним.

Примечание — Внешние воздействия могут включать в себя попадание пыли или воды, механических частиц и др.

3.18 **открытая токопроводящая часть** (exposed conductive part): Токопроводящая часть, открытая для прикосновения и в нормальных условиях эксплуатации не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением в аварийных условиях [1].

3.19 **топливный элемент** (fuel cell): Электрохимическое устройство, которое генерирует электричество путем преобразования топлива и окислителя без физического или химического расхода вещества электродов или электролита.

3.20 **электрическая энергосистема на топливных элементах** (fuel cell power system): Комбинация системы топливных элементов, преобразователя(ей), электрической энергии, электрического силового агрегата и др.

3.21 **батарея топливных элементов** (fuel cell stack): Комплект из двух и более топливных элементов, соединенных электрически.

3.22 **система топливных элементов** (fuel cell system): Система, которая включает в себя следующие подсистемы: батарею топливных элементов, систему подготовки воздуха, системы подготовки топлива, регулирования температуры, регулирования подачи воды и их блоки управления.

3.23 **транспортное средство на топливных элементах;** ТСТЭ (fuel cell vehicle, FCV): Транспортное средство, которое приводится в движение бортовой системой энергоснабжения на топливных элементах.

Примечание — Общий термин ТСТЭ включает в себя также транспортные средства, в которых дополнительно используются другие источники тяговой мощности.

3.24 **система подготовки топлива** (fuel processing system): Система, которая преобразует (если необходимо) и/или перерабатывает топливо, которое содержится в расположенной на борту системе хранения топлива, в состояние, пригодное для подачи в батарею топливных элементов.

3.25 **система текущего контроля состояния изоляции** (insulation resistance monitoring system): Система, которая периодически или постоянно контролирует состояние изоляции токоведущих частей и электрического шасси.

3.26 **токоведущая часть** (live part): Проводник или токопроводящая часть, которая при нормальном режиме эксплуатации находится под напряжением.

Примечание — «Находится под напряжением» означает, что этот проводник или токопроводящая часть может иметь электрический потенциал по отношению к электрическому шасси.

3.27 **максимальное рабочее напряжение** (maximum working voltage): Наибольшее значение напряжения переменного тока (среднеквадратичное значение) или напряжения постоянного тока, которое может возникнуть в электрической системе при любых нормальных условиях работы, в соответствии с инструкцией производителя, без учета переходных процессов.

3.28 **выравнивание потенциала** (potential equalization): Электрическое соединение открытых токопроводящих деталей электрического оборудования для максимального уменьшения разности потенциалов.

3.29 **степень защиты** (protection degree): Защита, которую обеспечивает барьер/кожух по отношению к контакту измерительного прибора, такого как испытательный штифт (IPXXB), щуп (IPXXC) или испытательный провод (IPXXD), с токоведущими деталями [1].

3.30 **силовой агрегат** (power unit): Комбинация электрического мотора, сопряженной силовой энергоустановки и системы их управления, предназначенная для приведения ТСТЭ в движение.

3.31 **подзаряжаемая система аккумулирования энергии;** ПСАЭ (rechargeable energy storage system, RESS): Система, которая аккумулирует энергию, подзаряжаясь от бортового и/или внешнего источника (может содержать средства управления), например: аккумуляторная батарея, конденсатор, маховое колесо.

3.32 **усиленная изоляция** (reinforced insulation): Изоляция токоведущих деталей, обеспечивающая уровень защиты от поражения электрическим током, эквивалентный двойной изоляции.

Примечание — Усиленная изоляция может включать в себя несколько слоев, которые не могут испытываться отдельно как основная или дополнительная изоляция.

3.33 **дополнительная изоляция** (supplementary insulation): Независимая изоляция, которая применяется в дополнение к основной изоляции для защиты от электрического тока в случае ее повреждения.

3.34 **тяговая аккумуляторная батарея** (traction battery): Совокупность всех аккумуляторных батарей, которые электрически соединены между собой для подачи энергии в электрический силовой агрегат, а также при необходимости во вспомогательные системы.

3.35 **электрическая цепь на напряжение класса А** (voltage class A electric circuit): Электрическая цепь максимальным рабочим напряжением ≤ 25 или ≤ 60 В переменного или постоянного тока соответственно.

3.36 **электрическая цепь на напряжение класса Б** (voltage class B electric circuit): Электрическая цепь максимальным рабочим напряжением 25 < V ≤ 1000 В переменного тока или 60 < V ≤ 1500 В постоянного тока.

4 Условия и режимы работы

Требования, изложенные в настоящем стандарте, должны соблюдаться в отношении ряда условий окружающей среды и эксплуатации, при которых данное ТСТЭ может функционировать в соответствии с указаниями его производителей и в соответствии с требованиями стандартов ГОСТ Р МЭК 536, ГОСТ Р 51673, ГОСТ Р МЭК 61140, ГОСТ Р МЭК 60204-1, ГОСТ Р 54111.1, ГОСТ Р 54111.2, ГОСТ Р 54113, ГОСТ 12.1.009, ГОСТ 12.1.019, ГОСТ 18311, ГОСТ 3022, ГОСТ 15543.1, ГОСТ 28751, ГОСТ 29157.

5 Классы напряжения электрических цепей

В зависимости от максимального рабочего напряжения V электрическая цепь может принадлежать к одному из классов напряжения, указанных в таблице 1.

Таблица 1 — Классы напряжения электрических цепей

Классы напряжения	Максимальное рабочее напряжение	
	Системы постоянного тока, В	Системы переменного тока (15—150 Гц), В (среднеквадратичное значение)
А	0 < V ≤ 60	0 < V ≤ 60
Б	60 < V ≤ 1500	25 < V ≤ 1000

Примечания

1 Значения 60 В постоянного тока и 25 В переменного тока выбраны с учетом окружающей среды. Для периодического импульсного напряжения (не является переменным током) при длительности пика выше 10 мс рабочим напряжением считается максимальное значение пика. Если длительность пика менее 10 мс, тогда за рабочее напряжение принимают среднеквадратичное значение. Данные значения напряжения для переменного тока особенно важны в пределах указанного диапазона частот.

2 Напряжение постоянного тока должно быть не более 10 % напряжения пульсаций. Верхнее напряжение класса Б может быть ниже в соответствии с требованиями национальных стандартов.

6 Маркировка

6.1 Электрическое оборудование

Знак на рисунке 1 следует устанавливать возле источников напряжения класса Б, например комплектов топливных элементов, батарей, суперконденсаторов. Такой же знак должен быть установлен на барьерах/кожухах, которые при их снятии открывают доступ к токоведущим частям цепи на напряжение класса Б и/или основной изоляции.



Знак (фон — желтого цвета, граница и обозначение — черного цвета) (см. [2], [3])

Рисунок 1 — Маркировка оборудования на напряжение класса Б

6.2 Обозначение проводки на напряжение класса Б

Визуальным обозначением электропроводки, состоящей из кабелей на напряжение класса Б, должно служить постоянное покрытие из материала оранжевого цвета.

7 Меры по защите людей от поражения электрическим током

7.1 Общие положения

Угроза поражения электрическим током возникает, когда электрический ток проходит через тело человека [3]. Ток, проходящий через тело человека на протяжении длительного времени, не должен превышать 10 мА.

Защита от поражения электрическим током представляет собой:

- предупреждение о недопустимости одновременного прикосновения человека к двум или более токоведущим частям с разным электрическим потенциалом или напряжением или
- ограничение тока или его длительности в случае такого прикосновения.

Защита от поражения электрическим током должна состоять из следующих видов:

- основной защиты [защиты от непосредственного контакта с токоведущими частями любой электрической цепи на напряжение класса Б при нормальных (безотказных) условиях эксплуатации] и
- защиты от поражения электрическим током в условиях случайного отказа.

Меры по защите, описанные в 7.2 и 7.3, должны учитывать требования методов испытаний, указанных в [4, раздел 8].

Примечание — С точки зрения функциональности меры, аналогичные мерам защиты от поражения электрическим током, можно предусмотреть для электрических цепей на напряжение класса А.

7.2 Основные меры защиты

Необходимо предпринять защиту людей от непосредственного контакта с токоведущими частями электрических цепей на напряжение класса Б. Защита от непосредственного контакта должна включать в себя либо одну, либо обе нижеуказанные меры:

- наличие основной изоляции токоведущих частей;
- установка барьеров/кожухов, предотвращающих доступ к токоведущим частям.

Барьеры/кожухи могут быть как токопроводящими, так и токонепроводящими.

Производители ТСТЭ должны обращать особое внимание на защиту основной изоляции токоведущих частей в пассажирском и грузовом отделениях.

7.3 Защита в условиях случайного отказа

7.3.1 Общие положения

Защита от поражения электрическим током в условиях случайного отказа должна осуществляться с применением мер, указанных в 7.3.2 или 7.3.3, в зависимости от того, изолированы или соединены с ходовой частью электрические цепи на напряжение класса Б.

Эти меры могут отличаться для различных токоведущих частей одной электрической цепи на напряжение класса Б.

Открытые токопроводящие части, в том числе открытые токопроводящие барьеры/кожухи, должны быть соединены с элементами ходовой части (для выравнивания потенциала).

7.3.2 Меры по защите изолированных электрических цепей на напряжение класса Б

Любая из основных мер защиты (см. 7.2) является достаточной при соблюдении минимального уровня сопротивления 100 Ом/В с учетом максимального рабочего напряжения электрической цепи.

Примечание — Минимальное сопротивление изоляции 100 Ом/В соответствует максимально допустимому току, пропускаемому через тело, равному 10 мА (см. 7.1). Если отсутствует возможность поддерживать требуемые 100 Ом/В, то защиту в условиях случайного отказа необходимо осуществлять посредством применения одной из следующих мер:

- использование двойной или усиленной изоляции;
- применение дополнительного слоя из барьера/кожуха поверх основной изоляции;
- периодический или постоянный контроль сопротивления соединения между ходовой частью и токоведущими частями любой электрической цепи на напряжение класса Б во время эксплуатации ТСТЭ. Следует предусмотреть подачу соответствующего предупреждения в случае обнаружения падения сопротивления. Дополнительно можно ограничить возможность повторного запуска и использования ТСТЭ при повторяющемся падении сопротивления;
- использование соответствующей системы обнаружения токов утечки и выключения.

Если ток и время утечки достигают опасного уровня [5], поврежденная цепь на напряжение класса Б должна быть изолирована таким образом, чтобы предупредить увечье или серьезную травму, учитывая ожидаемый тип и степень контакта человека и рабочее состояние ТСТЭ, согласно описанию в ГОСТ Р 54111.1.

7.3.3 Меры по защите для электрических цепей на напряжение класса Б, соединенных с ходовой частью

Защита осуществляется с помощью одной из следующих мер с требованием по минимальному сопротивлению изоляции 100 Ом/В (см. 7.1 и 7.3.2):

- двойная или усиленная изоляция любого оборудования класса Б;
- дополнительный барьер/кожух поверх основной защиты класса Б.

Если для основной защиты используется токопроводящее покрытие, то дополнительные барьеры/кожухи не должны проводить электрический ток.

7.4 Дополнительный (альтернативный) подход к мерам по защите от поражения электрическим током

В дополнение к мерам по защите, описанным в 7.2 и 7.3, в целях достаточной защиты людей от поражения электрическим током может быть применен следующий подход, применимый для разработки альтернативных мер по защите, с учетом специфических расчетных условий для конкретного ТСТЭ.

Производитель ТСТЭ должен провести соответствующий анализ эксплуатационной безопасности, связанной с поражением электрическим током, и принять меры, которые обеспечат необходимую защиту от поражения электрическим током. Для анализа эксплуатационной безопасности может быть использован метод анализа видов и последствий отказов (FMEA) или анализ дерева отказов (FTA) и др. Состояния отказа должны учитывать не только нормальную эксплуатацию ТСТЭ и нормальные условия окружающей среды, но и специфические обстоятельства, например попадание воды.

Такой подход позволяет определить требования к компонентам и системам, которые встраиваются в ТСТЭ в виде блоков во время сборки, с тем чтобы можно было соответствующим образом проектировать, производить и испытывать эти компоненты и системы.

8 Методы испытаний и контроля мер по защите от поражения электрическим током

8.1 Общие положения

Контроль выполнения мер по защите в соответствии с разделом 7 осуществляется для каждой электрической цепи ТСТЭ на напряжение класса Б.

Если испытания не затрагивают аспекты безопасности всего ТСТЭ, они могут быть проведены отдельно на компонентах или частях цепи.

8.2 Изоляция

8.2.1 Общие положения

Если защита осуществляется с помощью изоляции, изоляция должна полностью защищать токоведущие части электрической системы от внешних воздействий и может быть удалена только посредством разрушения.

Изолирующий материал должен выдерживать максимальное рабочее напряжение и температурные режимы ТСТЭ и его систем (см. раздел 4).

Изоляция должна иметь достаточное сопротивление и выдерживать максимальное допустимое напряжение. Испытания на проверку соответствия приведены в 8.2.2, 8.2.3 и 8.2.5.

8.2.2 Измерение сопротивления изоляции вспомогательных частей энергоустановки на топливных элементах

Для измерения сопротивления изоляции вспомогательных частей энергоустановки на топливных элементах на напряжение класса Б и их токопроводящих частях источники электроэнергии для этих цепей (топливные элементы, тяговые аккумуляторные батареи) должны быть отсоединены, а токоведущие детали должны быть отсоединены от электрического шасси.

Перед проведением измерений необходимо выдержать оборудование в течение 8 ч при (5 ± 2) °С с последующим переходом на температурный режим замера (23 ± 5) °С, продолжительность которого также должна составлять 8 ч при влажности 85 % — 100 % и атмосферном давлении 86—106 кПа.

Возможно использование других параметров при условии, что переход через точку росы происходит сразу же после начала периода замера.

Сопротивление изоляции необходимо измерять в течение периода замера через определенные промежутки времени.

Для каждой электрической цепи на напряжение класса Б испытательное напряжение необходимо прикладывать следующим образом:

- соединить друг с другом токопроводящие части вспомогательных частей энергоустановки на топливных элементах;
- соединить друг с другом все токопроводящие части электрического шасси;
- прикладывать испытательное напряжение между соединениями токоведущих частей и токопроводящих частей.

Примечание — Измерения слоев открытой изоляции обычно осуществляются на задействованных компонентах вне ТСТЭ в соответствии с методикой, описанной, например, в [6] или [7] для кабелей.

Для проведения измерения сопротивления изоляции между остаточной мощностью системы питания на топливных элементах цепей на напряжение класса Б и вспомогательными электрическими цепями батареи вспомогательных электрических цепей должны быть отсоединены, а токоведущие части вспомогательных электрических цепей должны быть соединены.

Испытательное напряжение следует прикладывать между соединенными токоведущими частями цепей на напряжение класса Б и соединенными токоведущими частями вспомогательных электрических цепей.

Измерения следует проводить с использованием соответствующих приборов.

Испытательное напряжение должно, по крайней мере, соответствовать напряжению открытой цепи системы питания на топливных элементах и прилагаться на достаточное количество времени, чтобы получить стабильные показания.

8.2.3 Измерение сопротивления изоляции источников электроэнергии на напряжение класса Б

При измерении сопротивления изоляции батареи топливных элементов следует учитывать все элементы механической конструкции системы топливных элементов (включая систему охлаждения с охлаждающей средой).

Перед проведением измерений следует остановить выработку энергии генератором, работающим на полную мощность, согласно инструкции производителя. Следует отсоединить все провода от клемм блока топливных элементов и все провода от других электрических соединений топливных элементов. Все охлаждающие змеевики, топливопроводы, воздухопроводы должны оставаться соединенными.

За исключением этих особых условий методика должна соответствовать указаниям 8.2.2.

Процедура измерения сопротивления изоляции тяговой аккумуляторной батареи, если таковая имеется, описана в [8].

8.2.4 Требования к сопротивлению изоляции

Если средства защиты требуют минимального сопротивления изоляции, то оно должно быть минимум 100 Ом/В для каждой цепи на напряжение класса Б. Чтобы выполнить это требование, возможно, потребуется, чтобы напряжение каждого компонента было выше, в зависимости от количества компонентов и структуры цепи, к которой они принадлежат.

8.2.5 Способность выдерживать напряжение

8.2.5.1 Общие требования

Системы на напряжение класса Б следует проектировать с учетом испытаний на выдерживаемое напряжение, описанных ниже и в [4].

8.2.5.2 Испытание выдерживаемым напряжением

8.2.5.2.1 Цель

Целью этого испытания является оценка соответствия уровня защиты от поражения электрическим током при изоляции токоведущих частей в условиях нормальной эксплуатации для таких компонентов, как электропроводка, токопроводящие шины и соединители.

8.2.5.2.2 Описание испытания

Напряжение переменного тока частотой 50—60 Гц или равнозначное напряжение постоянного тока (см. ниже) следует приложить:

- между клеммами и корпусом с электропроводящей поверхностью и
- между клеммами и электродом, обернутым вокруг корпуса (например, металлическая фольга), в случае пластикового корпуса.

Во время испытания не должно происходить ни повреждений диэлектрика, ни пробоев.

Испытательное напряжение переменного тока, В, должно быть среднеквадратичным значением, вычисляемым по формуле

$$2U + 1000, \qquad (1)$$

где U — максимальное рабочее напряжение в изолирующих частях, В.

Примечание — Испытательное напряжение может уменьшаться в процессе дальнейшего исследования на переходных режимах работы с энергетической установкой на топливных элементах. Испытательное напряжение постоянного тока в 1,41 раза превышает среднеквадратичное значение переменного тока.

8.3 Требования к барьерам/кожухам

8.3.1 Общие требования

Если защита обеспечивается с помощью барьеров/кожухов, то их следует устанавливать таким образом, чтобы исключить доступ к токоведущим частям конструкции.

При нормальных условиях эксплуатации в соответствии с инструкцией производителя барьеры/кожухи должны обеспечивать определенное механическое сопротивление.

Если к барьерам/кожухам есть прямой доступ, они должны открываться или сниматься только с помощью специального инструмента или инструмента для техобслуживания.

Барьеры/кожухи должны проходить испытания на сопротивление изоляции или выдерживаемое напряжение, как описано в 8.2.2—8.2.5, если испытаниями не подтверждается иное.

Непрерывность соединений с электрической схемой ходовой части должна соответствовать требованиям 8.3.3.

В зависимости от размера отверстий в барьерах/кожухах (например, для вентиляции) и расстояния до токоведущих частей следует предусмотреть применение цифровых обозначений степени защиты (код IP), см. 8.3.2 настоящего стандарта, [1], маркировку барьеров/кожухов — см. 6.1 настоящего стандарта.

8.3.2 Степени защиты барьеров/кожухов

Барьеры/кожухи, к которым есть прямой доступ, должны соответствовать требованиям по степеням защиты IPXXD, если они предохраняют элементы конструкции, входящие в электрические цепи на напряжение класса Б. В других случаях могут быть использованы меньшие степени защиты по коду IP (IPXXC или IPXXB), если анализ рисков, проведенный в отношении барьеров/кожухов, свидетельствует о минимальном уровне угрозы поражения электрическим током.

8.3.3 Требования к непрерывности для выравнивания потенциала

Испытание проводят при воздействии постоянного тока силой 24 А напряжением не более 60 В. Ток пропускают между любыми двумя открытыми токопроводящими частями конструкции в течение 5 с. Следует измерить падение напряжения между двумя открытыми токопроводящими частями. Сопротивление, рассчитываемое по току и этому падению напряжения, не должно превышать 0,1 Ом.

Библиография

[1] ИСО 20653 — Транспорт дорожный — Степени защиты (IP Code). Защита электрооборудования от посторонних тел, воды и доступа [ISO 20653, Road vehicles — Degree of protection (IP-Code) — Protection of electrical equipment against foreign objects, water and access]

[2] ИСО 3864-2—2004 — Символы графические. Цвета и знаки безопасности. Часть 2. Принципы проектирования для этикеток безопасности на изделиях (ISO 3864-2—2004, Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 2: Design principles for product safety labels)

[3] МЭК 60417 — Обозначения графические на оборудовании (IEC 60417, Graphical symbols fo use on equipment)

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

[5] МЭК/ТТ 60479-1 — Воздействие тока на людей и домашних животных. Часть 1. Общие аспекты (IEC/TS 60479-1, Effects of current on human beings and livestock — Part 1: General aspects)

[6] ИСО 6722 — Дорожные транспортные средства — Одножильные кабели напряжением 60 В и 600 В — Размеры, методы испытаний и требования (ISO 6722, Road vehicles — 60 V and 600 V single-core cables — Dimensions, test methods and requirements)

[7] ИСО 14572 — Транспорт дорожный. Круглые, экранированные и неэкранированные многожильные кабели с оболочкой на 60 В и 600 В. Методы испытаний и требования к кабелям с базовыми и повышенными эксплуатационными характеристиками (ISO 14572, Road vehicles. Round, screened and unscreened 60 V and 600 V multi core sheathed cables. Test methods and requirements for basic and high performance cables)

[8] ИСО 6469-1 — Транспорт дорожный электрический. Требования безопасности. Часть 1. Аккумулирование электроэнергии на борту автомобиля [ISO 6469-1, Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 1: On-board rechargeable energy storage system (RESS)]

УДК 006.35:628.381.1 ОКС 13.260

Ключевые слова: транспортные средства, водород, топливные элементы, безопасность, стандарт

Редактор *Е.И. Мосур*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.И. Рычкова*
Компьютерная верстка *Ю.В. Половой*

Сдано в набор 06.06.2019. Подписано в печать 29.07.2019. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л.1,86. Уч.-изд. л. 1,25.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
www.jurisizdat.ru gost.e-ecolog.ru

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

gost.e-ecolog.ru