



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ПНСТ
970—
2024/
ИСО 5474-3:2024

ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА ДОРОЖНЫЕ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Функциональные требования
и требования безопасности
к передаче энергии между транспортным средством
и внешней электрической цепью

Часть 3

Передача энергии постоянного тока

(ISO 5474-3:2024, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта» (ОАО «НИИАТ») совместно с Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 058 «Функциональная безопасность»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 октября 2024 г. № 84-пнст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 5474-3:2024 «Транспортные средства дорожные с электрическим приводом. Функциональные требования и требования безопасности к передаче энергии между транспортным средством и внешней электрической цепью. Часть 3. Передача энергии постоянного тока» (ISO 5474-3:2024 «Electrically propelled road vehicles — Functional and safety requirements for power transfer between vehicle and external electric circuit — Part 3: DC power transfer», IDT).

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

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

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии собирает сведения о практическом применении настоящего стандарта. Данные сведения, а также замечания и предложения по содержанию стандарта можно направить не позднее чем за 4 мес. до истечения срока его действия разработчику настоящего стандарта по адресу: 125480 Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 24, e-mail: niiat@niiat.ru и/или в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: 123112 Москва, Пресненская набережная, д. 10, стр. 2.

В случае отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты» и также будет размещена на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru)

© ISO, 2024

© 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

II

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	2
4 Архитектура системы	3
5 Условия окружающей среды и эксплуатации	3
6 Требования безопасности	3
6.1 Общие положения	3
6.2 Защита людей от поражения электрическим током	3
6.2.1 Общие положения	3
6.2.2 Совместимость с внешними устройствами безопасности	3
6.2.3 Сопротивление изоляции	5
6.2.4 Ток прикосновения	5
6.2.5 Согласование изоляции	5
6.2.6 Защитный проводник	6
6.2.7 Основная защита при подключении к внешней электрической цепи	6
6.2.8 Требования к несвязанным контактам транспортного средства	6
6.2.9 Способность выдерживать нагрузку во время проверки сопротивления изоляции перед зарядкой	6
6.2.10 Контроль непрерывности защитного проводника	6
6.2.11 Система контроля сопротивления изоляции	7
6.3 Защита от теплового воздействия	7
6.3.1 Требования к нормальной эксплуатации	7
6.3.2 Защита от перегрузки по току	7
6.3.3 Остаточная энергия после отключения, вызванного термическим воздействием	8
6.3.4 Защита от дуги	9
6.3.5 Способность выдерживать напряжение	9
6.3.6 Температура контактов класса В по напряжению	9
6.4 Движение транспортного средства	10
6.5 Электрическая энергия переменного или постоянного тока на одних и тех же контактах	10
7 Электромагнитная совместимость (ЭМС)	11
8 Защита в случае непреднамеренной передачи электроэнергии	11
9 Функциональные требования	11
9.1 Общие положения	11
9.2 Устройство отключения	11
9.3 Функции пилотного управления	12
9.4 Совместимость с системой контроля внешней изоляции	12
9.5 Особые требования к вводу транспортного средства	12
9.6 Управление защелкивающим устройством соединителя транспортного средства	12
10 Дополнительные требования к обратной передаче энергии	12
11 Руководство по эксплуатации и маркировка	13
12 Процедура испытания	13
12.1 Общие положения	13
12.2 Сопротивление защитного проводника	13
12.3 Сопротивление изоляции	13

12.4 Испытание на выдерживаемое напряжение	13
12.4.1 Испытание на выдерживаемое напряжение между контактами класса В по напряжению и электрическим шасси/РЕ	13
12.4.2 Испытание на выдерживание перенапряжения в дифференциальном режиме для цепи электропитания транспортного средства	13
12.4.3 Испытание на выдерживаемое напряжение — обратное напряжение во время проверки сопротивления изоляции	14
12.5 Ток прикосновения	14
12.6 Перегрев контактов класса В по напряжению	16
12.7 Испытание системы контроля непрерывности защитного проводника	18
Приложение А (справочное) Примеры принципиальных схем	20
Приложение В (справочное) Перспективы применения мегаваттной зарядки	24
Приложение С (справочное) Примеры испытаний на соответствие защитных мер класса А по напряжению для защиты от неисправностей	27
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным и межгосударственным стандартам	31
Библиография	32

Введение

ИСО (Международная организация по стандартизации) — Всемирная федерация национальных органов по стандартизации (органов — членов ИСО). Работу по подготовке международных стандартов обычно проводят технические комитеты ИСО. Каждый орган-член, заинтересованный в предмете, для которого был создан технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные организации, правительственные и неправительственные, взаимодействующие с ИСО, также принимают участие в этой работе. ИСО тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (МЭК) по всем вопросам электротехнической стандартизации.

Процедуры, использованные при разработке настоящего стандарта и предназначенные для его дальнейшего сопровождения, описаны в Директивах ИСО/МЭК, часть 1. В частности, отмечают различные критерии утверждения, необходимые для различных типов документов ИСО. Настоящий стандарт был подготовлен в соответствии с редакционными правилами Директив ИСО/МЭК, часть 2 (см. www.iso.org/directives).

Некоторые элементы этого стандарта могут быть объектом патентных прав. ИСО не несет ответственности за идентификацию каких-либо или всех таких патентных прав. Подробная информация о любых патентных правах, выявленных в ходе разработки стандарта, будет приведена во введении и/или в списке полученных патентных деклараций ИСО (см. www.iso.org/patents).

Любое торговое наименование, используемое в настоящем стандарте, является информацией, предоставленной для удобства пользователей, и не является одобрением.

Объяснение добровольного характера стандартов, значения специфических терминов и выражений ИСО, связанных с оценкой соответствия, а также информацию о соблюдении ИСО принципов Всемирной торговой организации (ВТО) в разделе «Технические барьеры в торговле» (ТБТ) см. www.iso.org/iso/foreword.html.

Настоящий стандарт подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 22 «Дорожные транспортные средства» Подкомитета SC 37 «Дорожные транспортные средства с электрическим приводом».

Любые отзывы или вопросы по данному стандарту следует направлять в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА ДОРОЖНЫЕ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Функциональные требования и требования безопасности
к передаче энергии между транспортным средством и внешней электрической цепью

Часть 3

Передача энергии постоянного тока

Electrically propelled road vehicles. Functional and safety requirements
for power transfer between vehicle and external electric circuit. Part 3. DC power transfer

Срок действия — с 2025—07—01
до 2028—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к токопроводящей передаче энергии с использованием постоянного тока с напряжением до 1500 В между дорожными транспортными средствами с электрическим приводом и внешними электрическими цепями. Требования настоящего стандарта применяют в дополнение к ИСО 5474-1.

Настоящий стандарт устанавливает требования к токопроводящей зарядке в режиме 4 в соответствии с МЭК 61851-1. Для режима 4 в этом стандарте приведены требования к передаче энергии только при использовании изолированного источника питания постоянного тока EV в соответствии с МЭК 61851-23.

Настоящий стандарт устанавливает требования к цепям электропитания транспортных средств.

Обзор требований к мегаваттным зарядным устройствам приведен в приложении В.

В этом стандарте не предусмотрены:

- требования к одновременной работе нескольких интерфейсов передачи энергии и
- требования к передаче энергии во время движения (электрические дорожные системы), но они рассматриваются.

В этом стандарте не предусмотрены:

- требования к мопедам и мотоциклам (которые устанавливаются в стандарте ISO 18246);
- исчерпывающая информация по технике безопасности для производственного персонала, персонала по техническому обслуживанию и ремонту.

2 Нормативные ссылки

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

ISO 5474-1:2024, Electrically propelled road vehicles — Functional requirements and safety requirements for power transfer — Part 1: General requirements for conductive power transfer (Транспортные средства дорожные с электрическим приводом. Функциональные требования и требования безопасности к передаче энергии между транспортным средством и внешней электрической цепью. Часть 1. Общие требования к передаче энергии по проводам)

ISO 6469-3:2021, Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 3: Electrical safety (Транспорт дорожный на электрической тяге. Требования безопасности. Часть 3. Электробезопасность)

ISO 26262 (all parts), Road vehicles — Functional safety [(все части) Дорожные транспортные средства. Функциональная безопасность]

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

IEC 61000-4-5, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-5: Testing and measurement techniques — Surge immunity test (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-5. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к выбросу напряжения)

IEC 61180, High-voltage test techniques for low-voltage equipment — Definitions, test and procedure requirements, test equipment (Техника испытаний высоким напряжением низковольтного оборудования. Определения, требования к испытаниям и процедурам, испытательное оборудование)

IEC 61851-1:2017, Electric vehicle conductive charging system — Part 1: General requirements (Система зарядки электрических транспортных средств проводная. Часть 1. Общие требования)

IEC 61851-23:2023, Electric vehicle conductive charging system — Part 23: DC electric vehicle charging station (Система зарядки электрических транспортных средств проводная. Часть 23. Оборудование для питания электрических транспортных средств постоянным током)

IEC 62196-3, Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets — Conductive charging of electric vehicles — Part 3: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for d.c. and a.c./d.c. pin and contact-tube vehicle couplers (Вилки, штепсельные розетки, переносные розетки и вводы транспортных средств. Проводная зарядка электрических транспортных средств. Часть 3. Требования к совместимости и взаимозаменяемости размеров соединительных устройств постоянного тока и переменного/постоянного тока со штырями и контактными гнездами для транспортных средств)

IEC TS 62196-3-1, Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets — Conductive charging of electric vehicles — Part 3-1: Vehicle connector, vehicle inlet and cable assembly for DC charging intended to be used with a thermal management system (Вилки, штепсельные розетки, переносные розетки и вводы для транспортных средств. Проводная зарядка для электромобилей. Часть 3-1. Соединители, вводы и кабельные сборки для систем зарядки постоянного тока, предназначенные для использования с системой терморегулирования)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ИСО 5474-1, а также следующие термины с соответствующими определениями.

ИСО и МЭК ведут терминологические базы данных для использования в стандартизации по следующим адресам:

- Платформа онлайн-просмотра ISO: доступна по адресу: <https://www.iso.org/obp>
- Электропедия МЭК (IEC): доступна по адресу <https://www.electropedia.org>

3.1 ток отключения (пропускной ток): Максимальное мгновенное значение тока, достигаемое при отключении коммутационного устройства или предохранителя.

Примечание — Эта концепция имеет особое значение, когда коммутационное устройство или предохранитель работают таким образом, что предполагаемый пиковый ток цепи не достигается.

3.2 устройство контроля изоляции IMD: Устройство, предназначенное для постоянного контроля сопротивления изоляции по отношению к земле незаземленных ИТ-систем переменного тока, ИТ-систем переменного тока с гальванически подключенными цепями постоянного тока номинальным напряжением до 1000 В переменного тока, а также для контроля сопротивления изоляции незаземленных ИТ-систем постоянного тока напряжением до 1500 В, независимо от метода измерения.

3.3 система контроля сопротивления изоляции: Система, которая периодически или непрерывно контролирует сопротивление изоляции между токоведущими частями и электрическим корпусом.

3.4 термическое отключение: Теплочувствительное устройство, предназначенное для автоматического отключения при ненормальных условиях эксплуатации и не допускающее регулировки пользователем.

3.5 измерение температуры: Средство для предоставления данных о температуре принадлежностей, кабельных сборок или их частей.

3.6 RESS SOC: Состояние заряда перезаряжаемой системы накопления энергии, остаточная емкость RESS, доступная для разряда.

Примечание — Уровень заряда RESS обычно выражается в процентах от полного заряда.

3.7 устройство контроля тока утечки: Пассивное электрическое устройство для контроля сопротивления изоляции изолированной системы постоянного тока путем измерения тока утечки между токоведущими частями и открытыми токопроводящими частями или защитным проводником.

3.8 устройство для защиты от импульсных перенапряжений SPD: Устройство, содержащее по меньшей мере один нелинейный компонент, предназначенное для ограничения переходных перенапряжений и отвода импульсных токов.

4 Архитектура системы

Применяют раздел 4 ИСО 5474-1.

5 Условия окружающей среды и эксплуатации

Применяют раздел 5 ИСО 5474-1:2024.

6 Требования безопасности

6.1 Общие положения

Применяют пункт 6.1 ИСО 5474-1:2024, за исключением следующих случаев:

Защита цепи электропитания транспортного средства от поражения электрическим током должна включать в себя основную защиту и защиту от сбоев в работе в соответствии с требованиями пункта 6.2.

Если не указано иное, «Альтернативные меры защиты» в соответствии с пунктом 6.3.5 ISO 6469-3:2021 должны применяться непосредственно между частями цепи электропитания транспортного средства, находящимися под напряжением, и человеком.

Для всех функций, связанных с безопасностью, на транспортном средстве должно быть предусмотрено самостоятельное измерение тока и напряжения, нельзя полагаться исключительно на значения, передаваемые по цифровой связи оборудованием, обеспечивающим питание электромобиля.

Примечание — Цифровая связь считается ненадежной с точки зрения безопасности.

6.2 Защита людей от поражения электрическим током

6.2.1 Общие положения

Применяют пункт 6.2.1 ИСО 5474-1:2024.

6.2.2 Совместимость с внешними устройствами безопасности

6.2.2.1 Система контроля сопротивления изоляции

Не должно быть вмешательства в работу устройства контроля изоляции и/или устройства контроля тока утечки внешней электрической цепи, как указано в МЭК 61851-23. Во избежание подобных помех в транспортном средстве должна быть выключена или отсоединена система контроля сопротивления изоляции.

6.2.2.2 Совместимость транспортного средства, рассчитанного на напряжение 1000 В, с оборудованием, обеспечивающим питание электромобиля напряжением 500 В

Если цепи транспортного средства рассчитаны на максимальное рабочее напряжение между DC+ и DC- выше 500 В и оно предназначено для подключения к источнику питания электромобиля постоянного тока с номинальным максимальным выходным напряжением постоянного тока не более 500 В постоянного тока, существует риск того, что напряжение между проводниками, находящимися под напряжением, и защитным проводником оборудования для питания электромобиля превышает 500 В. Это может быть вызвано, помимо прочего, неисправностью изоляции, см. рисунок 1, или асимметричным распределением сопротивления изоляции между DC+/DC- и защитным проводником в части транспортного средства с рабочим напряжением выше 500 В постоянного тока.

Временное перенапряжение может привести к отключению SPDS в оборудовании для питания электромобиля или повреждению компонентов оборудования для питания электромобилей.

Ток, возникающий в результате этих воздействий, может впоследствии:

- вызвать напряжение касания между землей и корпусом транспортного средства и/или
- повредить соединение защитного проводника между транспортным средством и оборудованием питания постоянного тока в качестве вторичного эффекта.

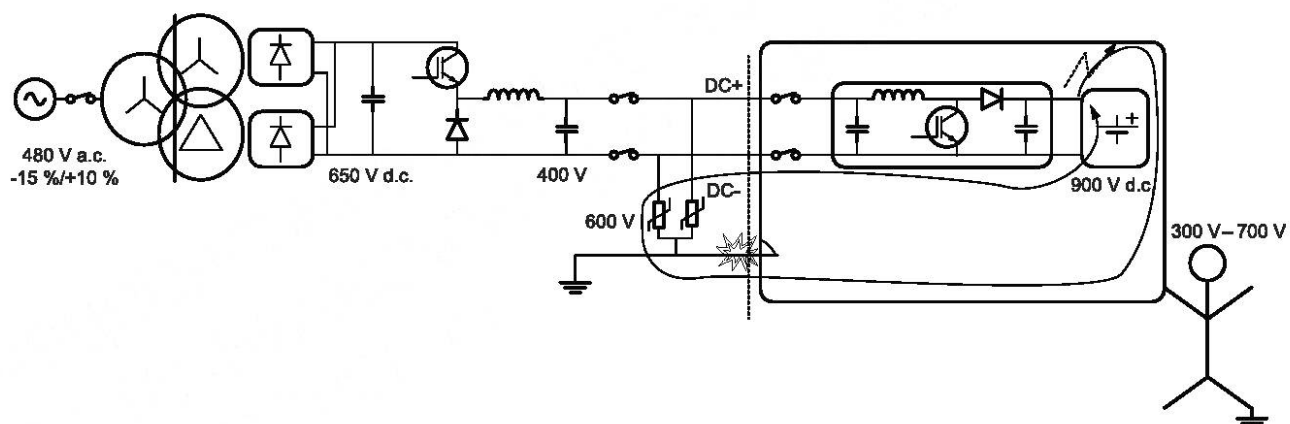


Рисунок 1 — Сценарий единичной неисправности транспортного средства, рассчитанного на напряжение 1000 В, с оборудованием питания электромобиля напряжением 500 В

Изготовитель транспортного средства должен провести анализ безопасности, чтобы свести к минимуму риск опасного поражения электрическим током, вызванного вышеуказанными последствиями. Меры защиты включают, помимо прочего:

- в транспортном средстве должно быть предусмотрено отключение цепи электропитания транспортного средства от оборудования для питания электромобилей менее чем за 5 с, если напряжение между проводниками, находящимися под напряжением, и защитным проводником превышает 500 В на участке цепи электропитания транспортного средства с рабочим напряжением не более 500 В;
- транспортное средство должно соответствовать, по крайней мере, одному из следующих требований:

а) иметь цепь электропитания транспортного средства с максимальным рабочим напряжением до 500 В и обеспечить простое разделение между цепью электропитания транспортного средства и любой цепью, имеющей рабочее напряжение выше 500 В;

б) обеспечить двойную или усиленную изоляцию между токоведущими частями цепи электропитания транспортного средства (включая RESS) с рабочим напряжением более 500 В и электрическим шасси/цепью класса А по напряжению;

с) ограничить рабочий интеграл Джоуля I^2t в соответствии с МЭК 60364-5-54 и продолжительность действия напряжения касания между электрическим корпусом и заземлением или корпусом оборудования питания EV в соответствии с МЭК серии 60479.

6.2.2.3 Согласование Y-емкости

Общая Y-емкость цепи электропитания транспортного средства не должна превышать 4 мкФ.

Для транспортного средства, оснащенного вводом транспортного средства в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3 конфигурации AA с максимальным рабочим напряжением до 500 В постоянного тока, Y-емкость цепи электропитания транспортного средства на проводник под напряжением не должна превышать 1,1 мкФ и общая Y-емкость — не более 2,2 мкФ.

Для транспортного средства с вводом в соответствии с требованиями МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3 конфигурации AA, конфигурации EE или конфигурации FF и максимальным рабочим напряжением более 500 В постоянного тока общая Y-емкость цепи электропитания транспортного средства не должна превышать пределов, указанных в формуле

$$C_y = \frac{1,6}{1000 \cdot U}, \quad (1)$$

где C_y — общая Y-емкость, Ф;

U — максимальное рабочее напряжение, В.

Примечание — В формуле (1) предполагается, что измерительный ток I_{MD} равен 1 мА и время выполнения однократного измерения для одного проводника под напряжением ограничено 8 с. Таким образом, общее время полного цикла измерения для EV составляет 30 с без учета добавленной Y -емкости внешней электрической цепи.

Для транспортного средства с вводом в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3 конфигурации ВВ должна учитываться Y -емкость оборудования питания электромобиля.

Y -емкость каждого проводника, находящегося под напряжением, должна быть сбалансирована путем выбора соответствующих конструктивных значений.

Соответствие требованиям проверяют путем проверки и испытания.

Пример испытания приведен в приложении А.

6.2.2.4 Совместимость со специальной защитой оборудования постоянного тока для питания электромобиля

Для обеспечения специальной защиты оборудования постоянного тока для питания электромобилей общая емкость цепи питания транспортного средства не должна превышать пределов, указанных в 6.2.2.3.

Примечание 1 — Специальная защита обеспечивается оборудованием постоянного тока для питания электромобиля в соответствии с МЭК 61851-23:2023, 8.105.1.

Примечание 2 — Пороговое значение Y -емкости, указанное в 6.2.2.3, само по себе не обеспечивает дополнительной защиты для транспортных средств с максимальным рабочим напряжением постоянного тока выше 500 В, когда транспортное средство отключено от оборудования постоянного тока для питания электромобиля. Требования к защите людей от поражения электрическим током в случае отключения от внешней электрической цепи приведены в ИСО 6469-3.

6.2.3 Сопротивление изоляции

Применяют пункт 6.2.3 ИСО 5474-1:2024.

6.2.4 Ток прикосновения

Применяют пункт 6.2.4 ИСО 5474-1:2024, за исключением следующего.

Соответствие должно быть проверено по 12.5.

6.2.5 Согласование изоляции

В транспортном средстве должна быть обеспечена одна из следующих мер защиты между токоведущими частями класса В по напряжению цепи постоянного тока для питания транспортного средства и доступной цепью класса А по напряжению:

- защитное разделение;

- базовая изоляция и, при единичной неисправности, ограничение напряжения на доступных клеммах класса А по напряжению компонента класса В по напряжению до уровня ниже 60 В постоянного тока (или 30 В переменного тока). Переходные напряжения, превышающие 60 В, должны быть ограничены с достаточным запасом для предотвращения фибрилляции желудочков в соответствии со стандартами серии МЭК 60479. Запас должен быть указан изготовителем транспортного средства.

Соответствие требованиям должно проверяться путем анализа конструкции или испытания на соответствие, как указано изготовителем транспортного средства. Пример приведен в С.1;

- базовая изоляция и, при единичной неисправности, ограничение:

- а) стабильного тока касания между доступными клеммами класса А по напряжению компонента класса В по напряжению и доступными токопроводящими частями до 3,5 мА переменного тока и 10 мА постоянного тока;

- б) энергия касания ниже предела фибрилляции желудочков с достаточным запасом в соответствии со стандартами серии МЭК 60479; этот запас должен быть указан изготовителем транспортного средства.

Соответствие требованиям должно проверяться путем анализа конструкции или испытания на соответствие, как указано изготовителем транспортного средства. Пример приведен в С.2.

Изоляция между DC+ и защитным проводником, а также между DC- и защитным проводником цепи электропитания транспортного средства должна быть сконструирована таким образом, чтобы выдерживать:

- импульсное напряжение не менее 2500 В;

- кратковременное перенапряжение 1980 В постоянного тока продолжительностью до 5 с;

- долговременное перенапряжение 550 В постоянного тока продолжительностью более 5 с, если цепь электропитания транспортного средства имеет максимальное рабочее напряжение между DC+ и DC- до 500 В постоянного тока;

- долговременное перенапряжение 110 % от максимального рабочего напряжения между DC+ и DC– продолжительностью более 5 с, если цепь электропитания транспортного средства имеет максимальное рабочее напряжение между DC+ и DC– выше 500 В постоянного тока.

Примечание 1 — Значение 1980 В основано на уравнении $(U_n + 1200) \cdot \sqrt{2}$ из МЭК 61851-23:2014 с предполагаемым значением $U_n = 200$ В.

Примечание 2 — В МЭК 61851-23:2023 указано кратковременное перенапряжение 1800 В.

Примечание 3 — Эти требования взяты из МЭК 61851-23. См. также МЭК 60664-1:2020, раздел 5.

Соответствие должно быть проверено по 12.4.1.

Для нормальной работы цепь электропитания транспортного средства должна быть рассчитана на максимальное напряжение между DC+ и защитным проводником, а также между DC– и защитным проводником, по крайней мере, равное максимальному рабочему напряжению постоянного тока.

Необходимо учитывать дополнительные напряжения устройства контроля изоляции (IMD) внешней электрической цепи (см. МЭК 61851-23).

6.2.6 Защитный проводник

Применяют пункт 6.2.6 ИСО 5474-1:2024, за исключением следующего.

Для площади поперечного сечения защитного проводника используется также МЭК 61851-23:2023, 8.105.11.

6.2.7 Основная защита при подключении к внешней электрической цепи

Применяют пункт 6.2.7 ИСО 5474-1:2024.

6.2.8 Требования к несвязанным контактам транспортного средства

Применяют пункт 6.2.8 ИСО 5474-1:2024.

6.2.9 Способность выдерживать нагрузку во время проверки сопротивления изоляции перед зарядкой

Транспортное средство должно выдерживать напряжение, подаваемое во время проверки сопротивления изоляции перед зарядкой, как указано в МЭК 61851-23. При обнаружении неожиданного или обратного напряжения разъединительные устройства транспортного средства не должны закрываться и процесс зарядки должен прекращаться.

Соответствие должно быть проверено по 12.4.3.

6.2.10 Контроль непрерывности защитного проводника

Если во время фазы передачи энергии происходит непреднамеренный переход из состояния CP «ВКЛЮЧЕНО» в «ВЫКЛЮЧЕНО» или любое другое неизвестное состояние в соответствии с МЭК 61851-23:2023, AA.4.3.1, для транспортного средства, оснащенного вводом в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3 конфигурации AA, должно быть предусмотрено выполнение критериев «максимального времени достижения безопасного напряжения после возникновения неисправности», указанных в МЭК 61851-23:2023, таблица AA.8, и инициирование нормального или аварийного отключения в течение трех секунд.

Примечание 1 — Нарушение непрерывности PE или CP3 приводит к переходу CP из состояния «ВКЛЮЧЕНО» в «ВЫКЛЮЧЕНО» и аппаратному открытию устройства отключения электромобиля Sv1, см. МЭК 61851-23:2023, рисунок AA.1.

Чтобы предотвратить непреднамеренное протекание тока через CP3 в случае нарушения непрерывности PE проводника (т.е. в обход CP) во время фазы передачи энергии, в транспортном средстве должно быть предусмотрено размыкание CS после получения разрешения на проверку сопротивления изоляции на этапе инициализации 1 и до тех пор, пока не откроется устройство отключения электромобиля Sv1 на этапе отключения 1 в соответствии с МЭК 61851-23:2023, AA.4.3.1.

Примечание 2 — CS может быть разомкнут с помощью разъединительного устройства, такого как реле или транзистор. См. «цепь предотвращения непреднамеренного протекания тока» в МЭК 61851-23:2023, рисунок AA.1.

Если во время фазы зарядки происходит непреднамеренный переход из состояния CS2 «низкий» в «высокий» или любое другое неизвестное состояние в соответствии с МЭК 61851-23:2023, BB.4.4, для транспортного средства, оснащенного вводом в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3 конфигурации BB, должно быть предусмотрено инициирование аварийного выключения, отправка «команды на остановку транспортного средства» по цифровой связи в соответствии с МЭК 61851-24:2023,

раздел В.4, на оборудование питания электромобилей и размыкание устройства отключения электро-мобиля Sv1 в течение 300 мс.

Для транспортного средства, оснащенного вводом в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3, конфигурации EE или конфигурации FF, контроль непрерывности защитного проводника должен осуществляться в соответствии с МЭК 61851-23:2023, СС.4.3 и СС.4.7.

Соответствие должно быть проверено с помощью анализа конструкции либо с помощью испытания по 12.7.

6.2.11 Система контроля сопротивления изоляции

В транспортном средстве должен быть предусмотрен контроль цепи электропитания транспортного средства с помощью системы контроля сопротивления изоляции в соответствии с ИСО 6469-3.

Если сопротивление изоляции цепи электропитания транспортного средства, деленное на ее максимальное рабочее напряжение, составляет менее 100 Ом/В, устройство отключения транспортного средства не должно закрываться.

При измерении может не учитываться участок между устройством отключения и вводом транспортного средства.

Для транспортного средства, оснащенного вводом в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3 конфигурации AA, сопротивление изоляции должно контролироваться с начала этапа инициализации 1 и до конца этапа инициализации 3 в соответствии с МЭК 61851-23:2023, AA.4.3.1. Контроль сопротивления изоляции может повторно активироваться после открытия устройства отключения электромобиля на этапе отключения 1.

Для транспортного средства, оснащенного вводом в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3 конфигурации BB, система контроля изоляции транспортного средства должна оставаться активной в соответствии с МЭК 61851-23.

В случае транспортного средства, оснащенного вводом в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3 конфигурации EE и FF, сопротивление изоляции должно контролироваться в соответствии с периодами времени, указанными в МЭК 61851-23:2023, СС.3.

6.3 Защита от теплового воздействия

6.3.1 Требования к нормальной эксплуатации

Применяют пункт 6.3.1 ИСО 5474-1:2024, за исключением следующего.

Площадь поперечного сечения проводников, находящихся под напряжением, может быть уменьшена до тех пор, пока не будут превышены предельные значения температуры, указанные в 6.3.6. В этом случае должна быть предусмотрена защита цепи электропитания транспортного средства от перегрева. Следует учитывать максимальную температуру окружающей среды транспортного средства.

Допускается ток, превышающий номинальный ток на вводе транспортного средства в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3, при условии соблюдения требований к температуре контактов класса В по напряжению на вводе транспортного средства в соответствии с 6.3.6.

6.3.2 Защита от перегрузки по току

6.3.2.1 Общие положения

Применяют пункт 6.3.2.1 ИСО 5474-1:2024, за исключением следующего.

Примечание 1 — При определении необходимой отключающей способности устройства защиты транспортного средства от перегрузки по току должно учитываться также полное сопротивление внешней электрической цепи. Меры по снижению энергии короткого замыкания за счет оборудования питания электромобиля рассматриваются.

Примечание 2 — Требования к полному сопротивлению внешней электрической цепи приведены в МЭК 61851-23:2023, 101.1.8.

6.3.2.2 Защита от перегрузки

Применяют пункт 6.3.2.2 ИСО 5474-1:2024.

6.3.2.3 Защита от короткого замыкания

Применяют пункт 6.3.2.3 ИСО 5474-1:2024, за исключением следующего.

6.3.2.3.1 Энергия короткого замыкания, передаваемая внешней электрической цепью

В случае короткого замыкания транспортное средство должно быть способно выдерживать пиковый ток, включая переходные эффекты, в соответствии с МЭК 61851-23:2023, 13.101.

Для защиты от короткого замыкания ток короткого замыкания, подаваемый внешней электрической цепью, должен соответствовать требованиям пунктов а) или б).

а) I^2t цепи электропитания транспортного средства должен быть не менее следующих величин:

- 1 000 000 А²с, если транспортное средство оснащено вводом транспортного средства конфигурации АА, конфигурации ВВ, конфигурации ЕЕ, конфигурации FF в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3, или

- значение I^2t должно быть согласовано для любой другой системы зарядки постоянным током.

Минимальная площадь поперечного сечения проводников, находящихся под напряжением, должна быть рассчитана в соответствии с МЭК 60364-4-43:2008, уравнение (3).

Примечание — Это значение I^2t соответствует характеристикам защиты от перегрузки по току внешнего источника электропитания. Приведенные значения I^2t соответствуют МЭК 61851-23.

б) В цепи электропитания транспортного средства должна быть предусмотрена защита от перегрузки по току (например, предохранитель, автоматический выключатель). Площадь поперечного сечения проводников, находящихся под напряжением, которые должны быть защищены этой защитой от перегрузки по току, должна быть рассчитана в соответствии с номиналом прерывания этой защиты от перегрузки по току при коротком замыкании. Площадь поперечного сечения проводов под напряжением между вводом транспортного средства и этой защитой от перегрузки по току должна соответствовать требованию 6.3.2.3.1 а).

6.3.2.3.2 Энергия короткого замыкания, передаваемая транспортным средством

Для ограничения энергии короткого замыкания, передаваемой транспортным средством во внешнюю электрическую цепь, цепь электропитания транспортного средства должна обеспечивать защиту от перегрузки по току со следующими характеристиками:

- ток отключения, подаваемый от источников транспортного средства, не превышает 30 кА на контактах класса В по напряжению на вводе транспортного средства, и

- питание внешней электрической цепи отключается в течение 1 с после возникновения короткого замыкания, и

- максимальное значение I^2t для контактов класса В по напряжению ввода транспортного средства:

- 2 500 000 А²с, если транспортное средство оснащено вводом конфигурации АА в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3, или

- 5 000 000 А²с, если транспортное средство оснащено вводом конфигурации ВВ, ЕЕ или конфигурации FF в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3,

- значение I^2t должно быть согласовано для любой другой системы зарядки постоянным током.

Примечание 1 — Требуемая величина I^2t для транспортных средств, оснащенных вводом транспортного средства в конфигурации ЕЕ или FF в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3 (система С в соответствии с МЭК 61851-23), составляла 12 000 000 А²с в соответствии с ИСО 17409:2015.

Соответствие контролируется:

- путем проверки, предполагая, что активное сопротивление в месте повреждения $R_{\text{fault}} = 5$ мОм и индуктивность в месте повреждения $L_{\text{fault}} = 2$ мкГн, или

- путем испытания, применяя активное сопротивление в месте повреждения $R_{\text{fault}} \leq 5$ мОм и индуктивность в месте повреждения $L_{\text{fault}} \leq 2$ мкГн для состояния короткого замыкания, внешнего по отношению к транспортному средству.

Площадь поперечного сечения проводников под напряжением между вводом транспортного средства и защитой от перегрузки по току должна быть рассчитана в соответствии с характеристиками защиты от перегрузки по току.

Площадь поперечного сечения проводников, находящихся под напряжением, должна быть рассчитана в соответствии с МЭК 60364-4-43:2008, уравнение (3).

Примечание 2 — Способность внешней электрической цепи выдерживать короткое замыкание (см. МЭК 61851-23) соответствует характеристикам защиты от перегрузки по току цепи электропитания транспортного средства.

Требования к внешнему сопротивлению приведены в МЭК 61851-23:2023, 101.1.8.

Соответствие требованиям контролируется проверкой.

6.3.3 Остаточная энергия после отключения, вызванного термическим воздействием

Применяют пункт 6.3.3 ИСО 5474-1:2024.

6.3.4 Защита от дуги

Применяют пункт 6.3.4 ИСО 5474-1:2024, за исключением следующего.

Защита от дугового разряда должна обеспечиваться требованием управления защелкивающим устройством соединителя транспортного средства. Для транспортного средства, оснащенного вводом конфигурации EE или конфигурации FF в соответствии с требованиями МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3, должны выполняться следующие требования:

- в транспортном средстве должно быть предусмотрено приведение в действие защелкивающего устройства ввода транспортного средства в начале процесса передачи энергии, прежде чем система перейдет в состояние C в соответствии с МЭК 61851-1;
- в транспортном средстве должна быть предусмотрена проверка правильности приведения в действие защелкивающего устройства, и S2 должно закрываться только в том случае, если защелкивающее устройство приведено в действие должным образом.

Примечание 1 — Правильность приведения в действие защелкивающего устройства обычно проверяется путем определения конечного положения привода защелкивающего устройства;

- если защелкивающее устройство отключается ошибочно, транспортное средство должно перевести функционирование системы управления в состояние B в соответствии с последовательностью действий, указанной в МЭК 61851-23:2023, СС.3, чтобы произвести аварийное отключение;

- транспортное средство должно отключать защелкивающее устройство только в том случае, если состояние цепи электропитания транспортного средства не приводит к возникновению опасной электрической дуги.

В случае неисправности допускается использование средств отключения, указанных изготовителем транспортного средства.

Изготовитель транспортного средства должен анализировать конструкцию системы, включая оборудование для питания электромобилей, чтобы определить пороговые значения для предотвращения образования опасной дуги.

Пример:

- напряжение и ток в цепи питания транспортного средства ниже значений, указанных изготовителем транспортного средства (например, 60 В и 5 А);
- обнаружено разомкнутое устройство отключения.

Примечание 2 — Для транспортного средства, оснащенного вводом транспортного средства конфигурации AA или конфигурации BB в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3, защелкивающее устройство соединителя транспортного средства обеспечивается оборудованием для питания электромобилей постоянного тока.

Кроме того, транспортное средство, оснащенное вводом транспортного средства конфигурации EE или конфигурации FF в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3, должно обнаруживать потерю электрической непрерывности контрольного проводника и реагировать в соответствии с МЭК 61851-23:2023, СС.4.3.

6.3.5 Способность выдерживать напряжение

Цепь электропитания транспортного средства от ввода транспортного средства до устройства отключения, включая его, должна быть рассчитана на выдерживание импульсного напряжения, равного, по крайней мере, максимальному рабочему напряжению сети электроснабжения транспортного средства плюс 500 В между DC+ и DC– в соответствии с МЭК 61851-23:2023, 12.7.101.

Соответствующие части электрической цепи класса B по напряжению должны выдерживать временное перенапряжение, вызванное сбросом нагрузки, в соответствии с конкретными системными требованиями МЭК 61851-23:2023, 101.1.7.

Необходимо учитывать выходную индуктивность оборудования для питания электромобилей.

Примечание — Максимальное значение выходной индуктивности оборудования для питания электромобилей указано в IEC 61851-23.

Соответствие должно быть проверено по 12.4.2.

6.3.6 Температура контактов класса B по напряжению

Температура контактов класса B по напряжению ввода транспортного средства не должна превышать предельного значения, указанного изготовителем ввода транспортного средства.

При температуре окружающей среды до 40°C, если температура контактов класса В по напряжению ввода транспортного средства превышает 90°C в течение 8 с подряд, транспортное средство должно в течение 1 с запустить отключение в связи с ошибкой в соответствии с МЭК 61851-23.

Соответствие требованиям проверяют путем проверки и испытания по 12.6.

При температуре окружающей среды до 40°C, если температура контактов класса В по напряжению ввода транспортного средства превышает 95°C в течение 1 с, транспортное средство должно в течение 1 с запустить отключение в связи с ошибкой в соответствии с МЭК 61851-23.

Соответствие требованиям проверяют.

Примечание 1 — Температурные ограничения основаны на стандартах серии МЭК 62196 и МЭК 61851-23.

Для транспортных средств, оснащенных вводом транспортного средства в соответствии с требованиями МЭК ТС 62196-3-1, применяется одно из следующих требований.

а) Транспортное средство должно выполнять тепловое зондирование каждого силового контакта постоянного тока. Транспортное средство должно контролировать ток, оценивая измеренные значения температуры. Транспортное средство должно периодически проверять достоверность теплового зондирования и выдавать соответствующее предупреждение, если проверка не удалась.

Примечание 2 — Проверка достоверности теплового зондирования может быть осуществлена путем сравнения температуры окружающей среды транспортного средства с температурой силовых контактов, когда ввод транспортного средства или автоматический соединитель не используются.

б) На транспортном средстве должен быть предусмотрен тепловой выключатель для каждого силового контакта постоянного тока.

6.4 Движение транспортного средства

Применяют пункт 6.4 ИСО 5474-1:2024.

6.5 Электрическая энергия переменного или постоянного тока на одних и тех же контактах

Устройство отключения (см. 9.2) должно отключать все проводники, находящиеся под напряжением, в цепи электропитания транспортного средства в соответствии с настоящим стандартом. Соответствующие части цепей электропитания транспортного средства должны соответствовать требованиям, предъявляемым к передаче электроэнергии переменного тока и передаче электроэнергии постоянного тока, или они должны отключаться устройством отключения, обеспечивающим простое разделение цепей.

Если транспортное средство использует контакты для передачи электроэнергии постоянного тока на вводе транспортного средства, которые также могут использоваться для передачи электроэнергии переменного тока, транспортное средство должно подключать свою цепь электропитания транспортного средства в соответствии с настоящим стандартом только к внешней электрической цепи постоянного тока, если выполняются следующие требования:

- установлена связь между внешней электрической цепью постоянного тока и транспортным средством, необходимая для начала передачи электроэнергии постоянного тока;
- напряжение на вводе транспортного средства должно измеряться, и транспортное средство должно замыкать свое устройство отключения только в случае обнаружения напряжения постоянного тока, которое соответствует требованию в 9.2;
- цепь измерения напряжения должна контролироваться путем проверки достоверности измеренных напряжений во время работы.

В условиях единичного отказа связи для передачи энергии постоянного тока или напряжения постоянного тока, измеренного на вводе транспортного средства, транспортное средство не должно допускать замыкания устройства отключения.

При подключении к внешней электрической цепи должны быть приняты меры, чтобы непреднамеренный обратный постоянный ток не возникал из цепи питания транспортного средства согласно настоящему стандарту через ввод транспортного средства в условиях единичного отказа в цепи питания транспортного средства согласно настоящему стандарту (например, устройство отключения) и в цепи питания транспортного средства согласно ИСО 5474-2 (например, зарядное устройство).

Ниже приведены примеры возможных мер для цепей электропитания транспортного средства:

- установка дополнительных диодов на всех токоведущих проводниках цепи электропитания транспортного средства;
- наличие более одного независимого устройства отключения с независимой системой управления для каждого;
- использование компонентов, связанных с безопасностью, в соответствии с надлежащими стандартами или совокупностью стандартов, таких как серия ИСО 13849;
- использование зарядного устройства, которое обеспечивает базовую изоляцию путем гальванического разделения.

Анализ и проектирование должны проводиться в соответствии со стандартами серии ИСО 26262.

Изготовитель транспортного средства должен рассмотреть при анализе следующее:

- возможные опасности в инфраструктуре или внешней электрической цепи, возникающие из-за постоянного тока, передаваемого транспортным средством в инфраструктуру (например, возгорание трансформатора), применяя уровень серьезности опасности не менее S2;
- возможные опасности в транспортном средстве, возникающие из-за переменного напряжения, подаваемого инфраструктурой или внешней электрической цепью в транспортное средство; и
- другие возможные опасности.

7 Электромагнитная совместимость (ЭМС)

Применяют раздел 7 ИСО 5474-1:2024.

8 Защита в случае непреднамеренной передачи электроэнергии

Применяют раздел 8 ИСО 5474-1:2024.

9 Функциональные требования

9.1 Общие положения

МЭК 61851-23:2023, приложения AA, BB и CC, определяют функциональные требования как для оборудования питания электромотоцикла, так и для транспортного средства.

Транспортные средства, оборудованные вводом транспортного средства конфигурации AA в соответствии с МЭК TS 62196-3-1 или МЭК 62196-3, должны соответствовать функциональным требованиям, изложенным в МЭК 61851-23:2023, приложение AA.

Транспортные средства, оборудованные вводом транспортного средства конфигурации BB в соответствии с МЭК TS 62196-3-1 или МЭК 62196-3, должны соответствовать функциональным требованиям, изложенным в МЭК 61851-23:2023, приложение BB.

Транспортные средства, оборудованные вводом транспортного средства конфигурации EE или конфигурации FF в соответствии с МЭК TS 62196-3-1 или МЭК 62196-3, должны соответствовать требованиям к транспортным средствам, касающимся процесса передачи энергии и связанным с дополнительными функциями в соответствии с МЭК 61851-23:2023, приложение CC.

Примечание — Требования к транспортным средствам в отношении функций безопасности в соответствии с МЭК 61851-23 охватывают требования раздела 6.

9.2 Устройство отключения

Транспортное средство должно быть оснащено устройством отключения между каждым контактом класса В по напряжению (исключая защитный проводник) соединителя транспортного средства и источниками электроэнергии транспортного средства.

Устройство отключения должно выдерживать пусковой ток в соответствии с характерными системными требованиями, установленными МЭК 61851-23.

Устройство отключения должно обеспечивать отключение при максимальном номинальном токе цепи электропитания транспортного средства.

Примечание — Если номинальный ток устройства отключения ниже номинального тока соединителя транспортного средства, см. ИСО 5474-1:2024, 6.3.2.2.

Устройство отключения должно управляться в соответствии с характерными системными диаграммами последовательности, приведенными в МЭК 61851-23.

Если устройство отключения размыкается на этапе передачи энергии, транспортное средство должно прекратить зарядку и может возобновить процесс зарядки в соответствии с МЭК 61851-23.

Транспортное средство должно отключаться от внешней электрической цепи на основе функции пилотного управления, как указано в МЭК 61851-1 и/или МЭК 61851-23, в зависимости от применимости.

Для транспортного средства, оборудованного вводом транспортного средства в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3, конфигурации EE или FF, или МЭК ТС 63379, напряжения между DC+ и DC– по обе стороны отключающего устройства не должны отличаться более чем на 20 В до того, как транспортное средство замкнет свое отключающее устройство.

9.3 Функции пилотного управления

Транспортное средство должно обеспечивать функции пилотного управления в соответствии с МЭК 61851-23.

9.4 Совместимость с системой контроля внешней изоляции

По функциональным причинам транспортное средство, оборудованное вводом транспортного средства в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3, конфигурации EE или конфигурации FF, должно иметь достаточно высокое сопротивление изоляции, чтобы позволить совокупному сопротивлению изоляции оборудования электропитания и цепи электропитания транспортного средства быть выше порогового значения в соответствии с МЭК 61851-23.

Соответствие может быть проверено в соответствии с пунктом 12.3 ИСО 5474-1:2024.

Дополнительные требования к сопротивлению изоляции, связанные с защитой людей от поражения электрическим током, приведены в ИСО 5474-1:2024, 6.1.3.

Примечание — В МЭК 61851-23:2023, СС.4.1.4 в качестве порогового значения IMD (Insulation Monitoring Device — устройство контроля изоляции) указано фиксированное значение 100 кОм.

9.5 Особые требования к вводу транспортного средства

Ввод транспортного средства должен соответствовать:

- МЭК 62196-3 и
- МЭК ТС 62196-3-1, или соединению постоянного тока с системой терморегулирования.

9.6 Управление защелкивающим устройством соединителя транспортного средства

Для транспортного средства, оборудованного вводом транспортного средства конфигурации EE или конфигурации FF в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3, применяют следующие рекомендации:

- транспортное средство должно привести в действие защелкивающее устройство ввода транспортного средства, как только CP и PP покажут, что соединитель транспортного средства полностью вставлен в ввод транспортного средства;
- для конфигурации EE транспортное средство не должно приводить в действие защелкивающее устройство ввода транспортного средства до тех пор, пока PP не укажет, что удерживающее устройство соединителя транспортного средства находится в правильном положении для обеспечения фиксации;
- в конце сеанса зарядки, если транспортное средство позволяет отсоединить соединитель транспортного средства, транспортное средство должно выключить защелкивающее устройство после получения ответного сообщения об остановке сеанса в соответствии с МЭК 61851-23.

10 Дополнительные требования к обратной передаче энергии

Применяют раздел 10 ИСО 5474-1, за исключением следующих случаев.

Требования к конкретным случаям обратной передачи мощности находятся на рассмотрении.

Примечание — Для транспортного средства, оборудованного вводом транспортного средства в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3 конфигурации AA, функциональные требования к обратной передаче мощности указаны в МЭК 61851-23.

11 Руководство по эксплуатации и маркировка

Применяют раздел 11 ИСО 5474-1:2024.

12 Процедура испытания

12.1 Общие положения

Применяют пункт 12.1 ИСО 5474-1:2024.

12.2 Сопротивление защитного проводника

Применяют пункт 12.2 ИСО 5474-1:2024.

12.3 Сопротивление изоляции

Применяют пункт 12.3 ИСО 5474-1:2024.

12.4 Испытание на выдерживаемое напряжение

12.4.1 Испытание на выдерживаемое напряжение между контактами класса В по напряжению и электрическим шасси/РЕ

Испытание на выдерживаемое напряжение должно проводиться в соответствии с ИСО 6469-3:2021, 10.6, со следующими изменениями:

- испытание проводится в цепи электропитания транспортного средства на контактах ввода транспортного средства (случай С);
- если цепь электропитания транспортного средства включает контакторы или устройства отключения, они замкнуты.

Испытательное напряжение должно соответствовать требованиям, приведенным в 6.2.5.

12.4.2 Испытание на выдерживание перенапряжения в дифференциальном режиме для цепи электропитания транспортного средства

12.4.2.1 Требования к испытанию на перенапряжение в дифференциальном режиме

Это испытание предназначено для проверки адекватности всей изоляции между контактами класса В по напряжению всех частей и компонентов цепи электропитания транспортного средства между и включая ввод транспортного средства и устройства отключения.

Испытание проводится в два этапа.

а) Начинается испытание с подачи максимального рабочего напряжения между DC+ и DC-. Затем проводится импульсное испытание в соответствии с одним из вариантов:

- испытание на выдерживание импульсного напряжения в соответствии с 1,2/50 мкс согласно МЭК 61000-4-5/МЭК 61180; или
- испытание постоянным напряжением с тремя импульсами длительностью не менее 10 мс.

Пиковая амплитуда испытательного напряжения должна быть равна максимальному рабочему напряжению цепи электропитания транспортного средства плюс 500 В согласно МЭК 61851-23:2023, 12.7.101.

б) Проводится испытание на долговременное перенапряжение при 110 % максимального рабочего напряжения между DC+ и DC- или 550 В, в зависимости от того, что больше, в течение 60 с. Также считается, что способность выдерживать сброс нагрузки подтверждается в ходе этого испытания, поскольку она проверяется при том же перенапряжении, но в течение более короткого периода времени в соответствии с требованиями МЭК 61851-23.

Примечание — Обоснование: 38 с — продолжительность ожидания системы проверки кабеля С со 110 %-ным максимальным напряжением в соответствии с МЭК 61851-23 и серией ИСО 15118 (38 с).

Испытание может быть выполнено на транспортном средстве с открытыми устройствами отключения непосредственно на вводе либо в качестве альтернативы на уровне компонентов — со всеми компонентами, которые гальванически подключены к цепи электропитания транспортного средства в соответствующем транспортном средстве с открытыми устройствами отключения. Если компоненты испытываются отдельно, то для создания соединений для подачи испытательного напряжения на компонент должны использоваться оригинальные разъемы.

12.4.2.2 Подготовка и условия испытаний

Если производитель транспортного средства не указывает альтернативные условия окружающей среды во время эксплуатации транспортного средства, должна применяться следующая процедура:

- подготовка при температуре, выбранной для условий испытаний в пределах допуска $+4/0$ К, и продолжительности, которая обеспечивает постоянную температуру тестируемого устройства;
- условия испытаний: в течение 48 ч в пределах ± 2 К при температуре от 20 °С до 40 °С, влажности 93 % $\pm$ 3 % и атмосферном давлении от 86 кПа до 106 кПа.

12.4.2.3 Процедура испытания

После подготовки подается соответствующее испытательное напряжение согласно 12.4.2.1 и также непрерывно измеряется непосредственно на клеммах компонента или на вводе транспортного средства.

Должны быть выполнены критерии импульсного испытания в соответствии с МЭК 61000-4-5.

Для тестовых импульсов постоянного тока и испытания на временное перенапряжение напряжение должно оставаться на требуемом уровне или выше него в течение как минимум продолжительности/времени испытания, указанных в 12.4.2.1, и повторяться соответствующим образом. Между испытаниями или этапами испытания напряжение должно падать до диапазона начального напряжения испытания ± 5 В.

Не должно происходить ни электрического пробоя, ни перекрытия изоляции. Не должно происходить частичных разрядов.

12.4.3 Испытание на выдерживаемое напряжение — обратное напряжение во время проверки сопротивления изоляции

Необходимо имитировать сеанс зарядки и остановиться на этапе проверки сопротивления изоляции.

Необходимо выполнить испытание на выдерживаемое напряжение в соответствии с ИСО 6469-3 со следующими изменениями:

- устройства отключения цепи электропитания транспортного средства разомкнуты;
- цепи класса В по напряжению и класса А по напряжению должны поддерживаться в соответствии с конструкцией электромотоцикла без дополнительных подключений;
- максимальное напряжение подается с обратной полярностью в цепь электропитания транспортного средства на контакты ввода транспортного средства (случай С) между DC+ и DC–; и
- напряжение подается в течение минимального времени, необходимого для обнаружения электромотоциклом неправильной полярности, плюс дополнительное время для инициации электромотоциклом отключения в связи с ошибкой; более подробная информация приведена в МЭК 61851-23.

Во время испытания не должно происходить ни пробоя диэлектрика, ни перекрытия. Транспортное средство не должно закрывать устройство отключения электромотоцикла и должно остановить процесс зарядки.

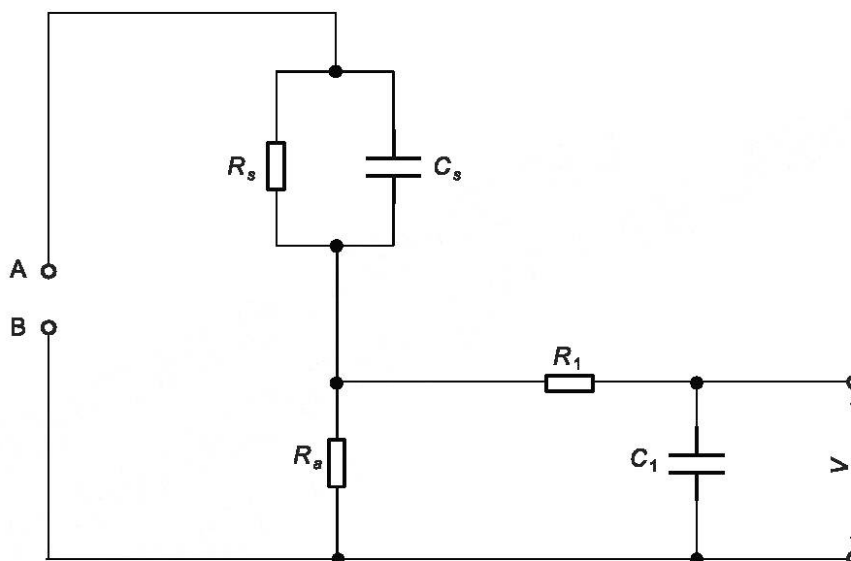
12.5 Ток прикосновения

Измерения выполняют на уровне транспортного средства или на уровне компонентов с соответствующими частями схемы питания транспортного средства.

Ток прикосновения измеряют, когда тестируемое устройство подключено к внешнему источнику питания переменного тока.

Испытание проводится с использованием кабельного узла, соответствующего МЭК 61851-1, МЭК 62752 или эквивалентному национальному стандарту, основанному на рекомендации изготовителя транспортного средства.

Затем измеряют ток прикосновения с помощью измерительной сети в соответствии с рисунком 2 (см. также МЭК 60990).



Обозначения:

A, B — клеммы измерительной цепи;

R_s — равно $1,5 \text{ кОм} \pm 5 \%$;

R_a — равно $500 \text{ Ом} \pm 5 \%$;

R_1 — равно $10 \text{ кОм} \pm 5 \%$;

C_s — равно $0,22 \text{ мкФ} \pm 10 \%$;

C_1 — равно $0,022 \text{ мкФ} \pm 10 \%$;

V — измеренное напряжение для расчета тока прикосновения.

Рисунок 2 — Схема измерения

Измеряется V_{rms} , которое является средним квадратическим значением (the root mean square — *rms*) напряжения V , см. рисунок 2. Для измерения напряжения используют прибор в соответствии с МЭК 60990:2016, приложение G.

Ток прикосновения I_{rms} рассчитывают по формуле

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{500 \text{ Ом}}. \quad (2)$$

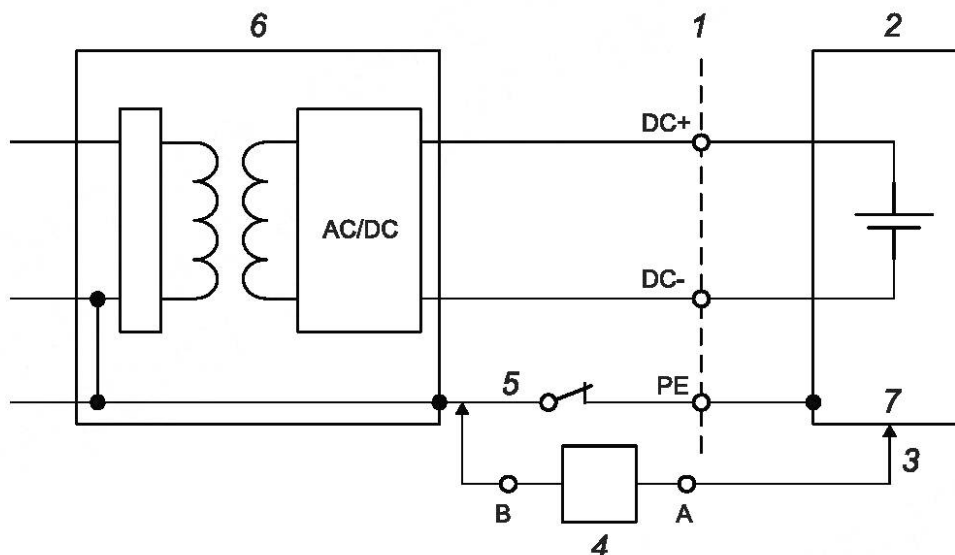
Испытание считается пройденным, если все токи прикосновения, измеренные во время испытания, не превышают установленных пределов. Требование считается выполненным, если зарядка прекращается по результатам контроля непрерывности защитного проводника транспортным средством и ток прикосновения в случае потери непрерывности защитного проводника не может быть измерен.

Цепь, подключенная через фиксированное сопротивление или заземленная с целью контроля, которая не работает непрерывно и которая не способствует образованию тока в защитном проводнике при нормальной работе цепи электропитания транспортного средства, должна быть отключена перед проведением этого испытания.

Цепь электропитания транспортного средства работает на максимальной номинальной мощности. Активируются все нагрузки переменного тока, подключенные к цепи электропитания транспортного средства. Для проведения испытания защитный проводник отсоединяют. Он может быть отключен на транспортном средстве, или выключатель в линии защитного проводника разомкнут (см. рисунок 3).

Клемма B измерительной цепи подключена к защитному проводу внешнего источника электропитания. Клемма A измерительной цепи соединена с тестовым щупом, и тестовый щуп используется для подключения измерительной цепи к электрическому корпусу EV при измерении на EV или к корпусу испытываемого устройства при измерении на компонентах. В случае измерения на компонентах измерение выполняется для всей поверхности испытываемого устройства. Непроводящие части корпуса испытываемого устройства покрыты металлической фольгой, которая подсоединена к клемме PE испытываемого устройства и клемме A измерительной цепи.

Чтобы исключить ток цепей управления зарядной станции постоянного тока и EV, протекающий через защитный провод при измерении тока прикосновения, все линии управляющих сигналов (включая управление зарядкой и обнаружение приближения) также могут быть отключены после прерывания зарядки с отсоединением защитного провода.



Обозначения:

- 1 — подключение EV или тестируемого устройства;
- 2 — электрическое шасси EV или корпус испытываемого устройства;
- 3 — испытательный зонд;
- 4 — измерительная цепь;
- 5 — защитный проводник;
- 6 — внешний источник электропитания;
- 7 — транспортное средство или тестируемое устройство;
- PE — вывод защитного проводника;
- DC+ — положительный вывод;
- DC- — отрицательный вывод;
- A, B — выводы измерительной цепи.

Рисунок 3 — Пример тестовой установки для измерения тока прикосновения при зарядке постоянным током

12.6 Перегрев контактов класса В по напряжению

Измерения выполняют на транспортном средстве.

Это испытание подтверждает, что транспортное средство с электрическим приводом прекращает передачу энергии постоянного тока, если превышен предел температуры контакта класса В по напряжению в соответствии с 6.3.6.

Испытание выполняют с помощью измерительного прибора для системы А в соответствии с рисунком 4 и для системы С в соответствии с рисунком 5.

Для конфигурации АА согласно МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3 испытательный манометр оснащен штифтами контактов класса В по напряжению согласно МЭК 62196-3 (стандартный лист 3-Ia) с посеребренными поверхностями контактов класса В по напряжению.

Для конфигурации ЕЕ или конфигурации FF согласно МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3 испытательный манометр оснащен трубками контактов класса В по напряжению согласно МЭК 62196-3 (стандартный лист 3-IIIb или стандартный лист 3-IVc) с посеребренными поверхностями контактов класса В по напряжению.

RESS транспортного средства полностью разряжена в соответствии со спецификацией производителя транспортного средства.

Измерительный прибор подсоединен к вводу транспортного средства.

Испытания проводят при комнатной температуре. Принудительная конвекция не допускается. Транспортное средство хранится при комнатной температуре не менее двух часов до испытания.

Транспортное средство осуществляет передачу энергии постоянного тока с величиной тока 40 А. Если максимальный ток для передачи энергии ниже 40 А, испытание начинается с максимального тока для передачи питания в соответствии со спецификацией производителя.

Испытания выполняют для двух разных последовательностей действий:

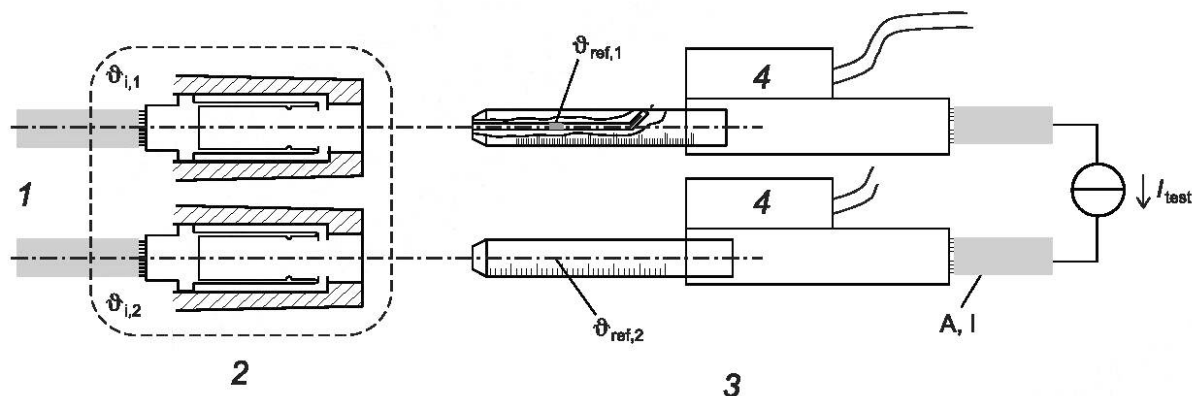
- Последовательность действий а): Нагревательный элемент, как показано на рисунке 4 или рисунке 5, включается до тех пор, пока датчик контрольной температуры не покажет $70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Мощность подаваемого тепла регулируется таким образом, чтобы обеспечить стабильную температуру $(70 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение двух минут. После этого вводимая тепловая мощность увеличивается до достижения повышения температуры на $(2 \pm 0,5)\text{ K/мин}$, как показывает контрольный датчик температуры.

- Последовательность действий б): Нагревательный элемент, как показано на рисунке 4 или рисунке 5, включается до тех пор, пока датчик контрольной температуры не покажет $70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Мощность подаваемого тепла регулируется таким образом, чтобы обеспечить стабильную температуру $(70 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение двух минут. После этого вводимую тепловую мощность увеличивают до достижения повышения температуры $(5 \pm 0,5)\text{ K/мин}$, как показывает контрольный датчик температуры.

Испытание на перегрев в соответствии с последовательностью а) и последовательностью б) проводят отдельно для каждого контакта класса В по напряжению.

Испытание считается пройденным, если EV прекращает передачу энергии до или при превышении предельной температуры для контактов питания постоянного тока в соответствии с 6.3.6, как указано эталонным датчиком температуры для последовательности а) и последовательности б).

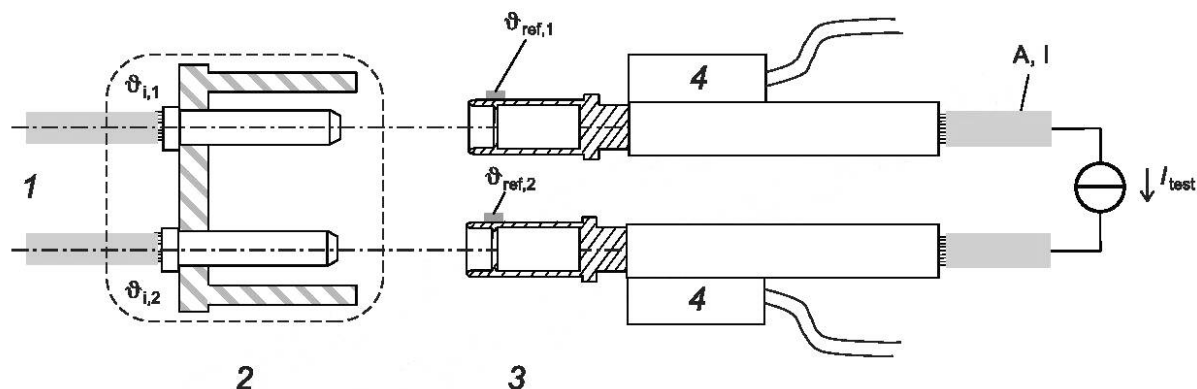
Остановка передачи энергии включает в себя, например, выполнение отключения, запрос тока 0 А, размыкание контакторов или срабатывание термического отключения. Это можно проверить, измерив ток.



Обозначения:

- 1 — жгут проводов;
- 2 — ввод транспортного средства;
- 3 — прибор;
- 4 — нагревающий элемент.

Рисунок 4 — Тестовый прибор для конфигурации AA



Обозначения:

- 1 — жгут проводов;
- 2 — вход транспортного средства;
- 3 — прибор;
- 4 — нагревающий элемент.

Рисунок 5 — Тестовый прибор для конфигурации EE или конфигурации FF

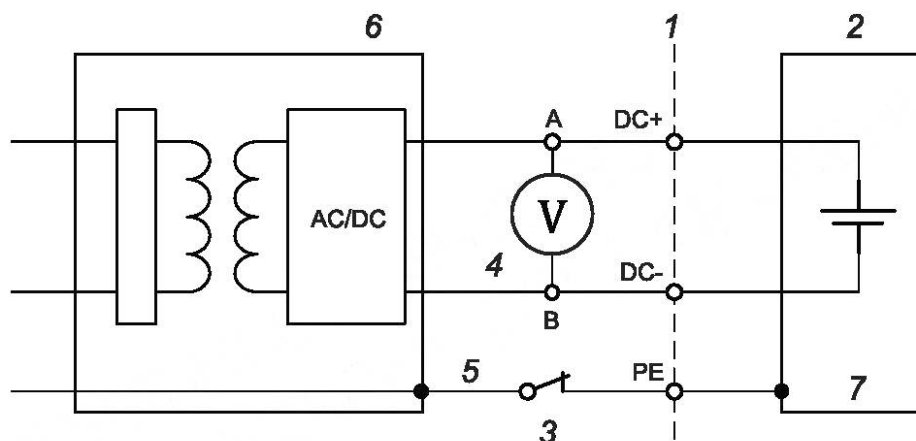
12.7 Испытание системы контроля непрерывности защитного проводника

Для конфигурации AA в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3 испытание проводят с использованием оборудования постоянного тока для питания электромобилей или специального имитатора оборудования для питания электромобилей, соответствующего требованиям, установленным для системы А МЭК 61851-23 или эквивалентным национальным стандартом на основе рекомендации производителя транспортного средства.

Для конфигурации BB в соответствии с МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3 испытание проводят с использованием оборудования постоянного тока для питания электромобилей или специального имитатора оборудования для питания электромобилей, соответствующего требованиям, установленным для системы В МЭК 61851-23 или эквивалентным национальным стандартом на основе рекомендации производителя транспортного средства.

Для конфигурации EE или FF согласно МЭК ТС 62196-3-1 или МЭК 62196-3 испытание проводят с использованием оборудования постоянного тока для питания электромобилей или специального имитатора оборудования для питания электромобилей, соответствующего требованиям для системы С в МЭК 61851-23.

Напряжение между DC+ и DC–, а также между DC+/DC– и защитным проводником непрерывно измеряют во время испытания с использованием измерительной схемы 4 в соответствии с рисунком 6.



Обозначения:

- 1 — подключение транспортного средства с оборудованием для питания электромобилей;
- 2 — электрическое шасси транспортных средств или корпус тестируемого устройства;
- 3 — выключатель, вставленный в защитный проводник кабельной сборки;
- 4 — измерительная цепь;
- 5 — защитный проводник;
- 6 — оборудование для питания электромобилей;
- 7 — испытываемое транспортное средство или устройство;
- A, B — выходы измерительной цепи;
- PE — вывод защитного проводника;
- DC+ — положительный вывод;
- DC- — отрицательный вывод.

Рисунок 6 — Пример тестовой установки для контроля непрерывности защитного проводника

Следует подключить транспортное средство к оборудованию питания электромобиля или специальному имитатору оборудования питания электромобиля.

Следует начать сеанс передачи энергии в соответствии с процедурой, установленной производителем оборудования питания электромобиля или производителем имитатора оборудования питания электромобиля.

Необходимо убедиться, что напряжение между DC+ и DC- достигло значения, указанного производителем транспортного средства.

Необходимо разомкнуть переключатель 3.

Следует убедиться, что транспортное средство прекращает передачу энергии и инициирует последовательность действий для выключения.

Испытание считается пройденным, если напряжение между DC+ и DC- упало до ≤ 60 В постоянного тока в течение 1 с после размыкания переключателя 3.

**Приложение А
(справочное)****Примеры принципиальных схем****А.1 Общие положения**

Следующая процедура испытания описывает измерение Y -емкости бортовой секции цепи питания транспортного средства на штекере (случай А) или вводе транспортного средства (случай В и случай С).

Процедура испытания может быть использована для определения общей Y -емкости бортовой секции схемы электроснабжения транспортного средства, а также для частей (подсистемы или компонента) бортовой секции схемы электроснабжения транспортного средства.

Если результат испытания для всей бортовой секции схемы электроснабжения транспортного средства не рассматривается, вместо этого испытание может быть проведено для отдельных частей (подсистем или компонентов) или подсекций бортовой секции схемы электроснабжения транспортного средства по отдельности. Общая емкость бортовой секции цепи питания транспортного средства должна быть рассчитана как сумма отдельных измеренных Y -емкостей.

Сопrotивление изоляции испытуемого устройства можно определить заранее, выбрав соответствующий метод в соответствии с ISO 6469-3:2018, 10.3.

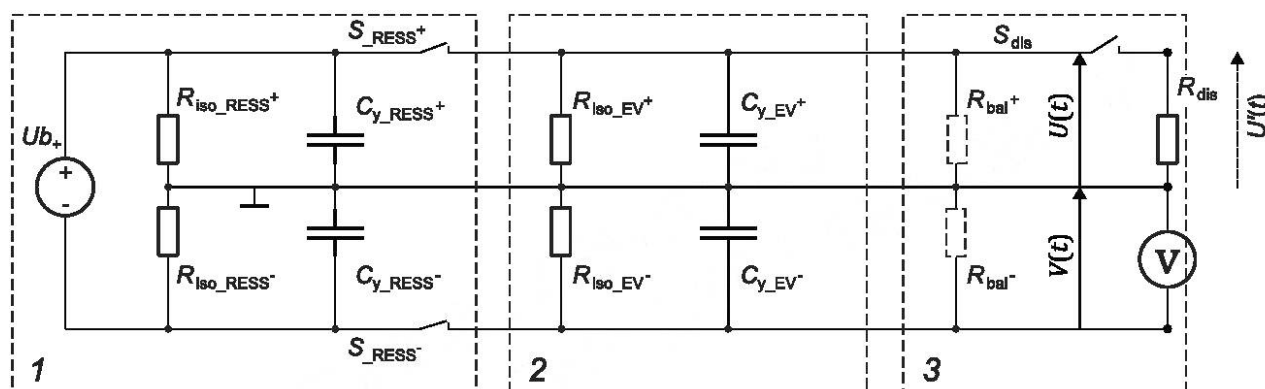
Если измерение Y -емкости выполняется на части или подсекции бортовой секции схемы электроснабжения транспортного средства, используется сопротивление изоляции части или подсекции бортовой секции схемы электроснабжения транспортного средства.

Испытываемое устройство хранится в течение 24 ч при температуре окружающей среды (20 ± 10)°C.

Если тестируемое устройство включает RESS, использующую электрохимическое преобразование энергии, степень зарядки (SOC State of Charge) RESS должна составлять более 90%; в качестве альтернативы может быть выполнен стандартный цикл в соответствии с ISO 6469-1:2019, 6.1.5.

А.2 Испытательная установка

На рисунке А.1 показана упрощенная модель примерной цепи электропитания транспортного средства с RESS и внешней испытательной установки.



Обозначения:

- 1 — RESS, упрощенная;
 2 — опционально: цепь электропитания транспортного средства без RESS, упрощенная;
 3 — измерительная система;

R_{iso_RESS+} , R_{iso_RESS-} — сопротивление изоляции между указанным токоведущим проводником RESS и электрическим шасси, Ом;

C_{y_RESS+} , C_{y_RESS-} — Y-емкость RESS, Ф;

S_{RESS+} , S_{RESS-} — отключающие устройства RESS;

R_{iso_EV+} , R_{iso_EV-} — сопротивление изоляции цепи электропитания транспортного средства без учета RESS, Ом;

C_{y_EV+} , C_{y_EV-} — Y-емкость цепи электропитания транспортного средства без учета RESS, Ф;

R_{bal+} , R_{bal-} — балансирующие резисторы, Ом, при необходимости;

U_b — напряжение батареи;

$U(t)$ — напряжение на стороне, где будет подключен R_{dis} ;

$U'(t)$ — напряжение на R_{dis} ;

V — датчик напряжения;

$V(t)$ — напряжение на противоположной стороне от R_{dis} ;

R_{dis} — разрядное сопротивление, Ом;

S_{dis} — переключатель для подключения разрядного резистора.

Рисунок А.1 — Тестовая установка с упрощенной моделью примерной цепи электропитания транспортного средства

Примечание — Положение V и R_{dis} может быть изменено на противоположное.

Установка должна максимизировать амплитуду кривой разряда $U(t)$ или $V(t)$ (см. рисунок А.2).

Поэтому рекомендуется размещать R_{dis} на стороне, которая имеет наибольшее сопротивление изоляции, и размещать только один зонд напряжения V на противоположной стороне. (Внутреннее сопротивление дифференциального зонда напряжения обычно составляет от 3 мОм до 10 мОм.)

Это создаст несбалансированное состояние перед закрытием S_{dis} , чтобы максимизировать значение U_0 (минимизировать значение V_0)

R_{bal+} или R_{bal-} следует использовать только при необходимости ограничить дисбаланс для транспортного средства, которому это необходимо.

R_{dis} следует выбирать для минимизации значения U_e в конце разряда (или максимизации значения V_e):

Поэтому R_{dis} должно быть $< 1/20$ сопротивления изоляции на противоположной стороне R_{dis} , включая R_{bal} и измерительные зонды.

Рекомендуемое значение R_{dis} составляет 1 кОм и не более 100 кОм.

Рекомендуется, чтобы скорость сбора данных для измерения напряжения была постоянной и $\geq \frac{5000}{(R_{dis}) \cdot C_{total}}$.

А.3 Начальные условия

Перед подключением разрядного сопротивления R_{dis} начальное состояние цепи должно быть таким:

- RESS подключен;
- IMD (устройство контроля изоляции) транспортного средства отключено;

- высоковольтные компоненты силовой цепи транспортного средства должны находиться в стабильном функциональном режиме. Они могут находиться в выключенном состоянии, если внутренняя емкость после их транзисторов незначительна;

- напряжения $U(t) = U_0$ и $V(t) = V_0$ должны быть стабилизированы;

- начальные напряжения предпочтительно не сбалансированы, чтобы максимизировать амплитуду $U(t)$ и $V(t)$ во время разряда: $U_0 > Ub/2$ или $V_0 < Ub/2$.

Если это не так, решением можно поменять стороны R_{dis} и зонда напряжения V .

А.4 Процедура испытания

Следует начать запись $V(t)$ и закрыть S_{dis} .

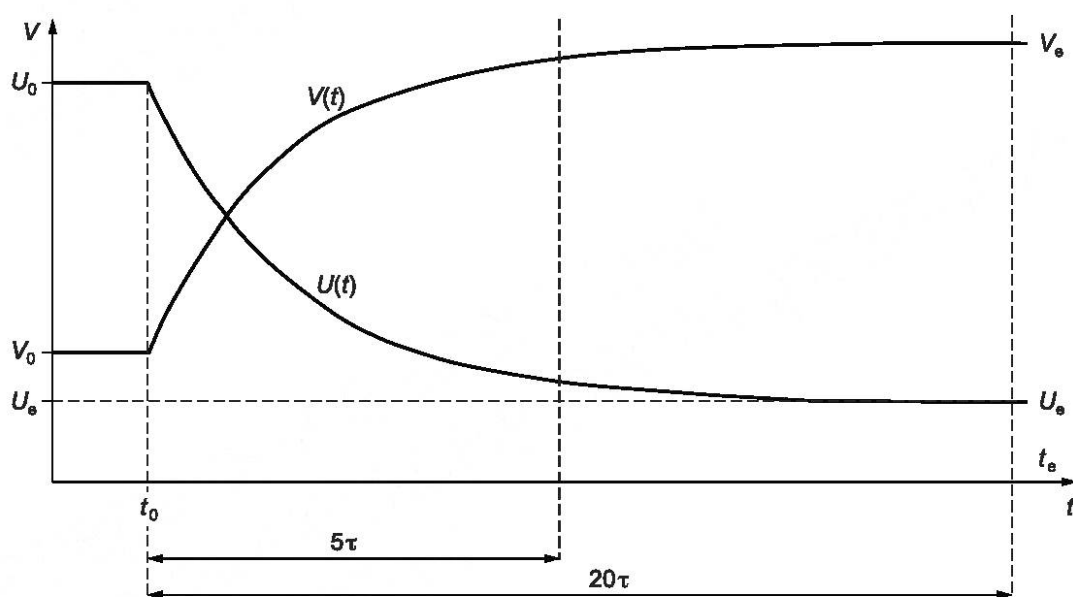
Рисунок А.2 иллюстрирует пример кривой зависимости напряжения от времени.

Длительность записи после подключения R_{dis} должна быть не менее 5τ , при этом $\tau = R_{dis} \cdot C_{y_total}$.

U_e и V_e должны быть определены в момент времени $t_e = t_0 + 20\tau$ или более.

Чтобы минимизировать шум и неопределенность измерения, рекомендуется рассчитывать U_0 , V_0 , U_e , V_e как среднее значение за короткий период.

Поскольку C_{y_total} неизвестен в начале испытания, длительность записи должна иметь достаточный запас.



Обозначения:

U_0 , V_0 — начальное напряжение перед замыканием переключателя;

U_e , V_e — результирующее напряжение после выравнивания заряда;

t_0 — время при замыкании переключателя S_{dis} ;

t_e — время после выравнивания заряда;

$\tau = R_{dis} \cdot C_{y_total}$;

$V(t)$ — напряжение, противоположное R_{dis} ;

$U(t)$ — напряжение на стороне R_{dis} $U(t) = Ub - V(t)$.

Рисунок А.2 — Кривая разряда после замыкания выключателя S_{dis}

Необходимо рассчитать общую Y-емкость (C_{y_total}), используя формулы (А.1) и (А.2) при измерении общей емкости транспортного средства.

$$C_{y_total} = \frac{2E}{(U_0 - U_e)^2} \text{ или } C_{y_total} = \frac{2E}{(V_0 - V_e)^2} \quad (\text{А.1})$$

$$E = \int_{t_0}^{\infty} \frac{(U(t) - U_e)^2}{R_{\text{dis}}} dt \cong \sum_{t_0}^{\geq t_0 + 5\tau} \frac{(U(t) - U_e)^2}{R_{\text{dis}}} \delta t \text{ или} \quad (\text{A.2})$$

$$E = \int_{t_0}^{\infty} \frac{(V(t) - V_e)^2}{R_{\text{dis}}} dt \cong \sum_{t_0}^{\geq t_0 + 5\tau} \frac{(V(t) - V_e)^2}{R_{\text{dis}}} \delta t$$

В качестве альтернативы формулам (A.1) и (A.2) для определения Y-емкости можно использовать формулу (A.3):

$$U(t) = (U_0 - U_e) e^{-\frac{t_0 - t}{\delta}} + U_e, \quad (\text{A.3})$$

где τ представляет собой произведение C_{Y_total} и объединенного сопротивления $R_{iso_total} + R_{dis}$.

Приложение В
(справочное)

Перспективы применения мегаваттной зарядки

В.1 Общие положения

В отрасли уже несколько лет велись работы по разработке систем зарядки электромобилей, способных передавать мощность в диапазоне мегаватт. Соответствующие автомобильные разъемы и впускные отверстия указаны в МЭК ТС 633794, требования к оборудованию для питания электромобилей указаны в МЭК 61851-23-3.

В целях содействия скорейшему внедрению на рынок этих систем зарядки электромобилей в настоящем приложении дается обзор ожидаемых последствий для бортовой части схемы электроснабжения транспортного средства.

В В.2 даны описания изменений требований в основной части настоящего стандарта, касающиеся применения мегаваттной зарядки. Если иное не указано в В.2, требования в основной части применяют также к мегаваттной зарядке, тогда как:

- в случае различных требований для различных конфигураций МЭК 62196-3 или МЭК ТС 62196-3-1 применяют требования для конфигурации EE или конфигурации FF, но ссылкой при применении мегаваттной зарядки является МЭК ТС 63379, конфигурации HH;
- при применении мегаваттной зарядки вместо МЭК 61851-23 используют МЭК 61851-23-3.

В.2 Обзор изменений, связанных с применением мегаваттной зарядки**В.2.1 Максимальное рабочее напряжение между DC+ и DC-**

Максимальное рабочее напряжение между DC+ и DC- при нормальных условиях эксплуатации ограничено 1250 В постоянного тока.

В.2.2 Требования к несвязанным контактам транспортного средства при нормальных условиях эксплуатации

ИСО 5474-1:2024, 6.2.8.2, определяет требования к накопленной энергии и накопленному заряду для несвязанных контактов транспортного средства до 1000 В постоянного тока, иллюстрируемых кривой В в МЭК 60479-2:2019, рисунок 22. Для напряжений выше 1000 В постоянного тока, применяемых в мегаваттных зарядных системах (см. В.2.1), для накопленной энергии и накопленного заряда применяются те же значения, что и для 1000 В. Кривая В в МЭК 60479-2:2019, рисунок 22, горизонтально экстраполирована.

В.2.3 Цепи транспортного средства с максимальным рабочим напряжением выше 1250 В постоянного тока

Вместо 6.2.2.2 для мегаваттных зарядных устройств применяют следующее.

Если транспортное средство содержит цепи с максимальным рабочим напряжением выше 1250 В постоянного тока и оно предназначено для подключения к оборудованию постоянного тока для питания электромобиля с максимальным рабочим напряжением ≤ 1250 В постоянного тока, существует риск того, что напряжение между токоведущими проводниками и защитным проводником в оборудовании питания электромобиля превысит 1250 В постоянного тока.

Это может быть вызвано, помимо прочего, неисправностью изоляции, см. рисунок 1, или асимметричной утечкой в секции транспортного средства с рабочим напряжением выше 1250 В постоянного тока.

Временное перенапряжение может привести к срабатыванию SPD в оборудовании питания электромобиля или повреждению компонентов оборудования питания электромобиля.

Ток, вызванный этими эффектами, может впоследствии:

- вызвать напряжение прикосновения между землей и шасси транспортного средства; и/или
- повредить соединение защитного проводника между транспортным средством и оборудованием питания постоянного тока как вторичный эффект.

Производитель транспортного средства проводит анализ безопасности, чтобы свести к минимуму риск опасного поражения электрическим током, вызванного вышеуказанными эффектами. Меры защиты включают, но не ограничиваются следующим.

Транспортное средство отключает цепь питания транспортного средства от оборудования питания электромобиля менее чем за 5 с, если напряжение между токоведущими проводниками и защитным проводником превышает 1250 В постоянного тока на участке цепи электропитания транспортного средства с рабочим напряжением менее или равным 1250 В постоянного тока, и транспортное средство:

- имеет простое разделение между цепью питания транспортного средства и любой цепью, которая имеет рабочее напряжение выше 1250 В постоянного тока, если единичная неисправность приводит к напряжению максимум 1250 В постоянного тока между токоведущим проводником и защитным проводником, или
- имеет защитное разделение между цепью электропитания транспортного средства и любой цепью, которая имеет рабочее напряжение выше 1250 В постоянного тока, если единичная неисправность приводит к напряжению, превышающему 1250 В постоянного тока между токоведущим проводником и защитным проводником.

В.2.4 Энергия короткого замыкания

В.2.4.1 Энергия короткого замыкания, передаваемая транспортным средством

Подраздел 6.3.2.3.2 применяют при следующих значениях:

- максимальный ток отключения 70 кА (вместо 30 кА);
- отключение питания в течение 4 мс (вместо 1 с);
- максимальное значение I^2t составляет 12 000 000 А²с (вместо 2 500 000 А²с);

Соответствие проверяют:

- путем проверки, предполагая, что сопротивление в месте повреждения $R_{\text{fault}} = 5$ мОм и индуктивность в месте повреждения $L_{\text{fault}} = 2$ мкГн, или
- путем испытания, применяя сопротивление в месте повреждения $R_{\text{fault}} \leq 5$ мОм и индуктивность в месте повреждения $L_{\text{fault}} \leq 2$ мкГн для состояния короткого замыкания, внешнего по отношению к транспортному средству.

В.2.4.2 Энергия короткого замыкания через защитный проводник

Контакт защитного проводника в соединителе рассчитан на максимальные пиковые токи короткого замыкания 55 кА. Это значение основано на предположении одновременного короткого замыкания во внешней электрической цепи (макс. 30 кА) и цепи электропитания транспортного средства (макс. 70 кА), включая минимальное сопротивление кабелей (минимальная длина кабеля 2 м).

Защитный проводник цепи электропитания транспортного средства имеет следующие характеристики:

- максимальный пиковый ток короткого замыкания 55 кА через контакт защитного проводника ввода транспортного средства, и
- максимальное значение I^2t через контакт защитного проводника ввода транспортного средства 11 000 000 А²с.

Соответствие проверяют:

- осмотром, предполагая, что сопротивление неисправности $R_{\text{fault}} = 10$ мОм и индуктивность неисправности $L_{\text{fault}} = 4$ мкГн, или
- испытанием, применяя сопротивление неисправности $R_{\text{fault}} \leq 10$ мОм и индуктивность неисправности $L_{\text{fault}} \leq 4$ мкГн для условий внешнего по отношению к транспортному средству короткого замыкания.

В.2.5 Согласование Y-емкости

Для транспортного средства, оборудованного вводом транспортного средства в соответствии с МЭК ТС 63379, конфигурация НН, максимальная общая Y-емкость цепи электропитания транспортного средства указана в таблице В.1.

Т а б л и ц а В.1 — Максимальная суммарная Y-емкость

Максимальное напряжение цепи электропитания транспортного средства между DC+ и DC– при нормальных условиях эксплуатации, В	Максимальная общая Y-емкость цепи электропитания транспортного средства ^{a, b,} мкФ
≥ 1126 и ≤ 1250	$0,5 \cdot \frac{\ln(0,5 \cdot U + 75)/758}{-0,007},$ где U — максимальное напряжение цепи электропитания транспортного средства между DC+ и DC– при нормальных условиях эксплуатации ^c
≥ 1004 и < 1126	$0,5 \cdot \frac{5 \cdot 10^6}{0,5 \cdot (0,5 \cdot U + 75)^2},$ где U — максимальное напряжение цепи электропитания транспортного средства между DC+ и DC– при нормальных условиях эксплуатации ^d
< 1004	$0,5 \cdot 30$ ^e
^a Уменьшение значений вдвое обусловлено равномерным распределением максимальной общей Y-емкости между транспортным средством и оборудованием питания электромобиля. ^b Распределение Y-емкости на шину цепи электропитания транспортного средства определяют по усмотрению производителя транспортного средства. ^c Позволяет соблюдать предел с1 в соответствии с МЭК 60479-1:2018, рисунок 22, предполагая активную балансировку на оборудовании питания электромобиля. ^d Позволяет соблюдать предел 5J в соответствии с МЭК 60335-2-76, предполагая активную балансировку на оборудовании питания электромобиля. ^e Позволяет соблюдать предел с1 в соответствии с МЭК 60479-1:2018, рисунок 22, предполагая пассивную балансировку на оборудовании питания электромобиля.	

Это ограничение Y-емкости служит для поддержки совместимости с оборудованием питания электромобиля. Оно позволяет оборудованию питания электромобиля реализовать специальную защиту и соответствующим образом синхронизировать внешние циклы измерения IMD.

На рисунке В.1 представлен обзор значений в соответствии с формулами из таблицы В.1.

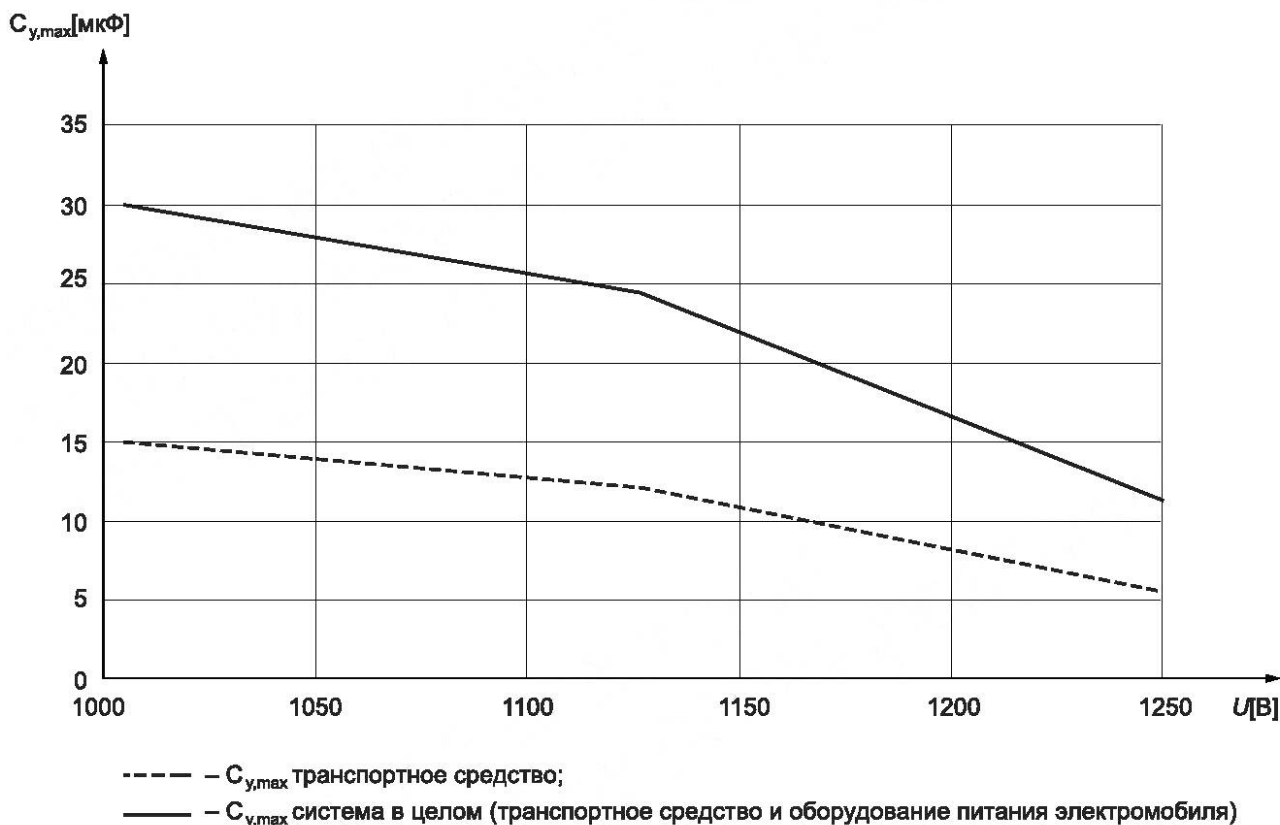


Рисунок В.1 — Обзор максимальных суммарных Y-емкостей

В.2.6 Совместимость с активной балансировкой оборудования питания электромобиля

Перед тем как закрыть свое устройство отключения, транспортное средство деактивирует любые средства, которые активно влияют на баланс между DC+ и DC– к защитному проводнику.

Примечание — Оборудование питания электромобиля применяет активную балансировку для снижения напряжения между проводниками под напряжением и защитным проводником.

В.2.7 Функции управления

Вместо функций пилотного управления согласно 9.3 мегаваттные системы зарядки применяют функции управления с поддержкой низкоуровневых сигналов согласно IEC 61851-23-3. Также условия, упомянутые в 6.3.4, учитываются при применении мегаваттной зарядки.

В.2.8 Температура контакта

При применении мегаваттной зарядки рассматриваются температуры контакта выше 90 °C и другие тестовые приборы (чем показанные на рисунке 4 и рисунке 5).

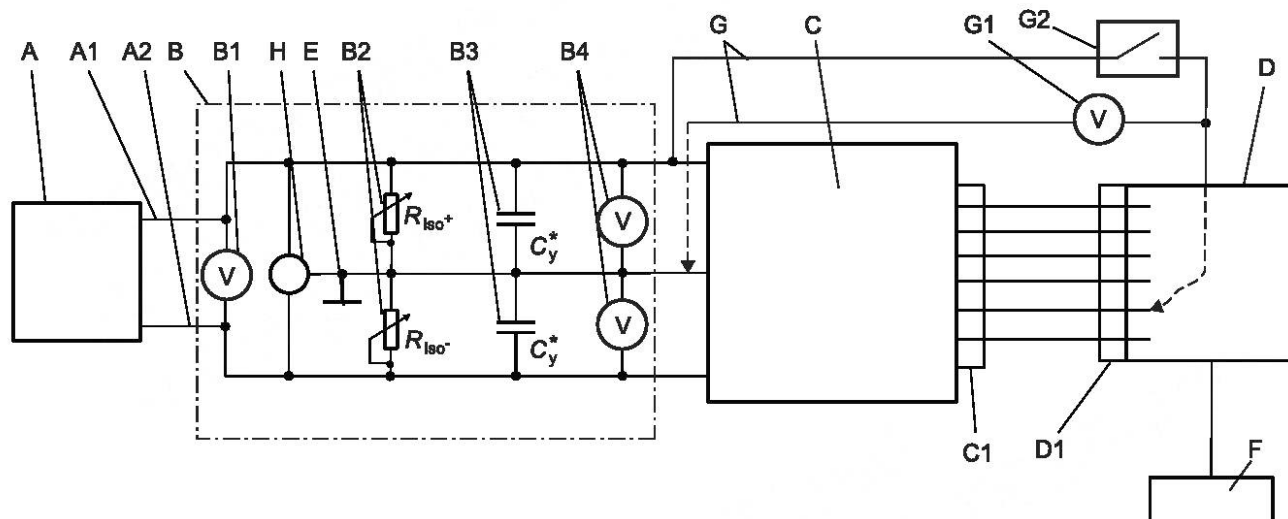
В.2.9 Расположение ввода транспортного средства

Для обеспечения совместимости с общедоступным оборудованием питания электромобиля ввод транспортного средства устанавливается с левой стороны транспортного средства (по направлению движения) на расстоянии от 2 м до 4,8 м от передней части, примерно на уровне пояса.

Приложение С
(справочное)

Примеры испытаний на соответствие защитных мер класса А
по напряжению для защиты от неисправностей

С.1 Испытание по проверка соответствия при подаваемом ограниченном напряжении



Обозначения:

- A — HV источник / RESS;
- A1 — положительный HV потенциал RESS;
- A2 — отрицательный HV потенциал RESS;
- B — типичная схема, включающая измерительные приборы;
- B1 — вольтметр для измерения HV напряжения;
- B2 — потенциометры, отображающие сопротивление изоляции по отношению к земле;
- B3 — Y-емкость на каждом HV потенциале по отношению к земле,
0,5 × общая Y-емкость цепи электропитания транспортного средства, включая емкость EVSE, равную
500 нФ, на каждой шине, за вычетом емкости компонента класса В по напряжению (DUT);
- B4 — вольтметры для измерения напряжения каждого HV потенциала по отношению к земле;
- C — компонент класса В по напряжению DUT;
- C1 — низковольтный интерфейс DUT;
- D — распределительная коробка низкого напряжения;
- D1 — низковольтный интерфейс низковольтной распределительной коробки;
- E — земля/шасси/заземление;
- F — соединения источника низкого напряжения, LV+, заземления и шасси для питания тестируемого устройства;
- G — тестовая схема, проводное соединение для тестирования;
- G1 — вольтметр для измерения потенциала относительно земли;
- G2 — переключатель для подачи высокого потенциала на низковольтные соединения тестируемого устройства;
- H — устройство контроля изоляции (если не предусмотрено RESS).

Рисунок С.1 — Испытательная схема при подаваемом ограниченном напряжении

Испытания проводят для каждого компонента класса В по напряжению при подключении в соответствии с рисунком С.1:

- к цепи электропитания транспортного средства с закрытыми устройствами отключения и к оборудованию постоянного тока для питания электромобиля с закрытыми контакторами (если имеются); или
- к представительной цепи, включающей IMD (т. е. общая Y-емкость цепи электропитания транспортного средства и дополнительно общая Y-емкость 1 мкФ согласно МЭК 61851-23).

Рабочее напряжение цепи электропитания транспортного средства регулируется до его максимального значения (т. е. максимальное рабочее напряжение).

Соотношение сопротивления изоляции между HV+ и электрическим шасси и HV– и электрическим шасси регулируется для того, чтобы зарядить первый потенциал HV относительно электрического шасси до максимального рабочего напряжения, тогда как другой потенциал HV — относительно шасси

Когда первый потенциал высокого напряжения относительно шасси смещен максимально близко к максимальному рабочему напряжению цепи электропитания транспортного средства, цепь питания транспортного средства последовательно подключается к каждому контакту клеммы класса А по напряжению тестируемого устройства.

Напряжение между каждым контактом доступной клеммы класса А по напряжению (например, разъем сигнала низкого напряжения) и электрическим шасси регистрируется.

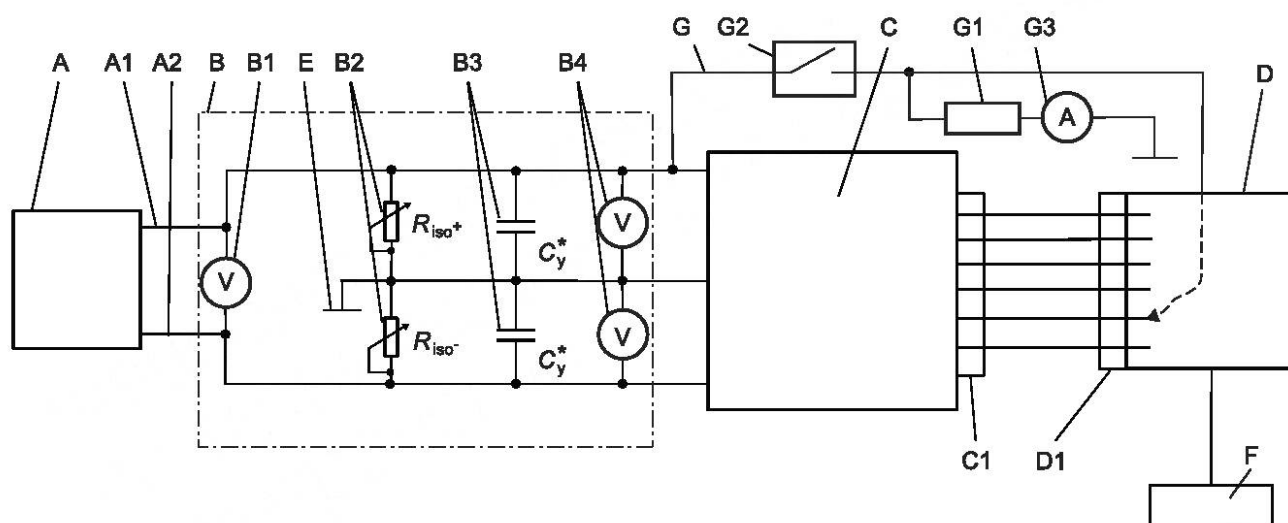
Эти испытания повторяют с другим потенциалом высокого напряжения.

Испытание считается пройденным, если выполнены соответствующие требования по напряжению в 6.2.5 и обнаружен дефект изоляции с помощью IMD в соответствии с МЭК 61851-23:

- в оборудовании постоянного тока для питания электромобиля; или
- в репрезентативной цепи оборудования постоянного тока для питания электромобиля.

Примечание — Критерий соответствия получен из МЭК 62477-1:2022, 5.2.4.2, е).

С.2 Испытание по проверке соответствия при подаваемом ограниченном токе прикосновения и энергии прикосновения



Обозначения:

- A — HV источник / RESS;
- A1 — положительный HV потенциал RESS;
- A2 — отрицательный HV потенциал RESS;
- B — типичная схема, включающая измерительные приборы;
- B1 — вольтметр для измерения HV напряжения;
- B2 — потенциометры, отображающие сопротивление изоляции по отношению к земле;
- B3 — Y-емкость на каждом HV потенциале по отношению к земле, $0,5 \times$ общая Y-емкость цепи электропитания транспортного средства, включая емкость EVSE, равную 500 нФ, на каждой шине, за вычетом емкости компонента класса B по напряжению (DUT);
- B4 — вольтметры для измерения напряжения каждого HV потенциала по отношению к земле;
- C — компонент класса B по напряжению DUT;
- C1 — низковольтный интерфейс DUT;
- D — распределительная коробка низкого напряжения;
- D1 — низковольтный интерфейс низковольтной распределительной коробки;
- E — земля/шасси/заземление;
- F — соединения источника низкого напряжения, LV+, заземления и шасси для питания тестируемого устройства;
- G — тестовая схема, проводное соединение для тестирования;
- G1 — сопротивление 575 Ом;
- G2 — переключатель для подачи высокого потенциала на низковольтные соединения тестируемого устройства;
- G3 — устройство измерения тока.

Рисунок С.2 — Испытательная схема при подаваемых ограниченных токе прикосновения и энергии прикосновения

Испытания проводят для каждого компонента класса B по напряжению при подключении:

- к цепи электропитания транспортного средства с замкнутыми отключающими устройствами и к оборудованию постоянного тока для питания электромобиля с замкнутыми контакторами (если таковые имеются); или
- к репрезентативной цепи (т. е. общая Y-емкость цепи питания транспортного средства и, кроме того, общая Y-емкость, равная 1 мкФ, в соответствии с МЭК 61851-23).

Рабочее напряжение в цепи питания транспортного средства устанавливается на максимальное значение (т. е. максимальное рабочее напряжение).

Отношение сопротивления изоляции между HV+ и электрическим шасси и HV- и электрическим шасси регулируется таким образом, чтобы первый высоковольтный потенциал на электрическом шасси был заряжен до мак-

симального рабочего напряжения, в то время как другой высоковольтный потенциал на шасси будет максимально приближен к 0 В постоянного тока (например, $R_{iso+} = 200 \text{ k}\Omega$ против $R_{iso-} = 5 \text{ M}\Omega$).

Когда первый высоковольтный потенциал на шасси смещается как можно ближе к максимальному рабочему напряжению цепи электропитания автомобиля, цепь электропитания автомобиля заземляется через резистор сопротивлением 575 Ом и устройство для измерения тока. Ток регистрируется при включении выключателя и до тех пор, пока показания не станут постоянными (по крайней мере, 5 τ). Постоянное значение представляет собой постоянный ток прикосновения.

Эти испытания повторяются с другим потенциалом высокого напряжения.

Испытание считается пройденным, если выполнены соответствующие требования к установившемуся току прикосновения и энергии прикосновения в 6.2.5:

- в оборудовании постоянного тока для питания электромобиля; или
- в репрезентативной цепи оборудования постоянного тока для питания электромобиля.

В случае, если испытание не пройдено, поскольку один из порогов превышен, но компонент имеет конструктивные особенности ограничения тока прикосновения для соединений низкого напряжения, выполнение требования повторяют путем проверки конструкции.

Примечание 1 — Для проверки таких внутренних особенностей ограничения тока прикосновения компонента потребуется выполнить манипуляцию и внести неисправность непосредственно в изоляционный барьер внутри компонента.

Примечание 2 — Критерий соответствия получен из МЭК 61140:2016, 5.2.7 (устойчивый ток прикосновения), а порог энергии прикосновения с достаточным запасом от предела фибрилляции желудочков, указанного производителем транспортного средства, в соответствии с серией МЭК 60479.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным
и межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
ISO 5474-1:2024	—	*
ISO 6469-3:2021	IDT	ГОСТ Р ИСО 6469-3—2020 «Транспорт дорожный на электрической тяге. Требования безопасности. Часть 3. Электробезопасность. Электрические цепи электrorаспределительных систем и электропроводящие вспомогательные электрические системы»
ISO 26262 (all parts)	IDT	ГОСТ Р ИСО 26262 «Дорожные транспортные средства. Функциональная безопасность»
IEC 60364-4-43	IDT	ГОСТ Р 50571.4.43—2012 «Низковольтные электрические установки. Часть 4-43. Защита для обеспечения безопасности. Защита от сверхтока»
IEC 61000-4-5	—	*
IEC 61180	—	*
IEC 61851-1:2017	IDT	ГОСТ Р МЭК 61851-1—2013 «Система токопроводящей зарядки электромобилей. Часть 1. Общие требования»
IEC 61851-23:2023	—	*
IEC 62196-3	IDT	ГОСТ IEC 62196-3—2018 «Вилки, штепсельные розетки, переносные розетки и вводы транспортных средств. Проводная зарядка электрических транспортных средств. Часть 3. Требования к совместимости и взаимозаменяемости размеров соединительных устройств постоянного тока и переменного/постоянного тока со штырями и контактными гнездами для транспортных средств»
IEC TS 62196-3-1	—	*
* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде стандартов. Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - IDT — идентичные стандарты.		

Библиография

- [1] ISO 6469-1:2019, Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 1: Rechargeable energy storage system (RESS) (Транспорт дорожный на электрической тяге. Требования безопасности. Часть 1. Системы накопления энергии перезаряжаемые)
- [2] ISO/TR 11954:2008, Fuel cell road vehicles — Maximum speed measurement (Дорожные транспортные средства на топливных элементах. Измерение максимальной скорости)
- [3] ISO 13849 (all parts), Safety of machinery — Safety-related parts of control systems [(все части) Безопасность оборудования. Элементы систем управления, связанные с безопасностью]
- [4] ISO 15118 (all parts), Road vehicles — Vehicle to grid communication interface [(все части) Дорожные транспортные средства. Интерфейс связи транспортного средства и электросети]
- [5] ISO 17409:2015, Electrically propelled road vehicles — Connection to an external electric power supply — Safety requirements (Транспорт дорожный на электрической тяге. Подсоединение к наружному источнику электропитания. Требования безопасности)
- [6] IEC 60364-5-54, Low-voltage electrical installations — Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment — Earthing arrangements and protective conductors (Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов)
- [7] IEC 60479 (all parts), Effects of current on human beings and livestock [(все части) Воздействие электрического тока на человека и животных]
- [8] IEC 60664 (all parts), Insulation coordination for equipment within low-voltage systems [(все части) Координация изоляции для оборудования низковольтных систем]
- [9] IEC 60050-441:1984, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 441: Switchgear, controlgear and fuses (Международный электротехнический словарь. Глава 441. Коммутационная аппаратура, аппаратура управления и предохранители)
- [10] IEC 60050-442:1998, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 442: Electrical accessories (Международный электротехнический словарь. Часть 442. Электрические аксессуары)
- [11] IEC 60335-2-76, Household and similar electrical appliances — Safety — Part 2-76: Particular requirements for electric fence energizers (Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Часть 2-76. Частные требования к блокам питания электрического ограждения)
- [12] IEC 60990:2016, Methods of measurements of touch current and protective conductor current (Методы измерения тока от прикосновения и тока защитного проводника)
- [13] IEC 61140:2016, Protection against electric shock — Common aspects for installation and equipment (Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования)
- [14] IEC 61557-8:2014, , Electrical safety in low voltage distribution system up to 1 000 V AC and 1 500 V d.c. — Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures — Part 8: Insulation monitoring devices for IT systems (Электробезопасность распределительных низковольтных сетей до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Оборудование для испытания, измерения или контроля средств защиты. Часть 8. Устройства контроля изоляции в системах IT)
- [15] IEC 61643-11:2011, Low-voltage surge protective devices — Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems — Requirements and test methods (Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 11. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к низковольтным системам распределения электроэнергии. Требования и методы испытаний)
- [16] IEC 61851-23-3, Electric vehicle conductive charging system — Part 23-3: DC electric vehicle supply equipment for Megawatt charging systems (Система кондуктивной (токопроводящей) зарядки электромобилей. Часть 23-3. Оборудование питания электромобилей постоянного тока для мегаваттных систем зарядки)
- [17] IECPlugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets — Conductive charging of electric vehicles (Требования безопасности к системам и оборудованию силовых электронных преобразователей)

- [18] IEC 62477-1:2022, Safety requirements for power electronic converter systems and equipment — Part 1: General (Требования безопасности к системам и оборудованию силовых электронных преобразователей. Часть 1. Общие положения)
- [19] IEC TS 63379, Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets — conductive charging of electric vehicles — Vehicle connector, vehicle inlet and cable assembly for Megawatt DC charging, Contact Interface for Automatic Connection Device (Вилки, розетки, разъемы транспортных средств и вводы транспортных средств — токопроводящая зарядка электромобилей — разъем транспортного средства, ввод транспортного средства и кабельная сборка для мегаваттной зарядки постоянным током. Контактный интерфейс для устройства автоматического подключения)

Ключевые слова: системы передачи электроэнергии постоянного тока, реверсивная передача энергии, безопасность электрического транспорта

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 08.11.2024. Подписано в печать 02.12.2024. Формат 60×84%. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 3,95.

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.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru