



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ПНСТ
969—
2024/
ИСО 5474-2:
2024

ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА ДОРОЖНЫЕ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

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

Часть 2

Передача энергии переменного тока

(ISO 5474-2:2024, 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»)

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. № 83-пнст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 5474-2:2024 «Транспортные средства дорожные с электрическим приводом. Функциональные требования и требования безопасности к передаче энергии между транспортным средством и внешней электрической цепью. Часть 2. Передача энергии переменного тока» (ISO 5474-2:2024 «Electrically propelled road vehicles — Functional and safety requirements for power transfer between vehicle and external electric circuit — Part 2: AC power transfer», IDT).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные 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)

© 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	6
6 Требования безопасности	6
6.1 Общие положения	6
6.2 Защита людей от поражения электрическим током	6
6.2.1 Общие положения	6
6.2.2 Совместимость с внешними устройствами безопасности	7
6.2.3 Сопротивление изоляции	7
6.2.4 Ток касания	7
6.2.5 Согласование изоляции	7
6.2.6 Защитный проводник	7
6.2.7 Базовая защита при подключении к внешней электрической цепи	7
6.2.8 Требования к несвязанным контактам транспортного средства	7
6.3 Защита от термических воздействий	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, связанного с тепловым инцидентом	8
6.3.4 Защита от дуги	8
6.4 Движение транспортного средства	8
6.5 Электрическая энергия переменного или постоянного тока на одних и тех же контактах	8
7 Электромагнитная совместимость	9
8 Защита в случае непреднамеренной передачи электроэнергии	9
9 Функциональные требования	9
9.1 Диапазоны напряжений и частот для нормальной работы	9
9.2 Пусковой ток	9
9.3 Ток нагрузки	10
9.4 Активный фактор	10
9.5 Порядок фаз и их количество в трехфазном режиме	11
9.6 Требования к вилке и кабелю	11
9.7 Требования к вводу транспортного средства	11
9.8 Совместимость с функциями самодиагностики оборудования для питания электромобилей	11
10 Дополнительные требования к реверсивной передаче энергии	11
10.1 Общие положения	11
10.2 Требования безопасности	12
10.2.1 Общие положения	12
10.2.2 Обратная передача энергии в режиме формирования сети в незаземленную внешнюю цепь (от транспортного средства к нагрузке)	12
10.2.3 Обратная передача энергии к заземленной внешней цепи (от транспортного средства к сети) в режиме следования за сетью	14
10.2.4 Обратная передача энергии в заземленную внешнюю цепь (от транспортного средства к дому) в режиме формирования сети	14

10.3 Функциональные требования	14
10.3.1 Общие положения	14
10.3.2 Обратная передача мощности в режиме формирования сети	14
10.3.3 Обратная передача энергии в режиме следования за сетью	15
11 Требования к передаче энергии на стандартные бортовые розетки	15
11.1 Общие положения	15
11.2 Защитный проводник	15
11.3 Сопротивление изоляции	15
12 Руководство по эксплуатации и маркировка	15
13 Процедура испытания	16
13.1 Общие положения	16
13.2 Сопротивление защитного проводника	16
13.3 Сопротивление изоляции	16
13.4 Испытание на выдерживаемое напряжение	16
13.5 Измерение тока касания	16
13.6 Испытание на пусковой ток	20
13.6.1 Общие положения	20
13.6.2 Измерение	20
Приложение А (справочное) Примеры принципиальных схем для различных конфигураций зарядных устройств на борту электромобиля	21
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам	27
Библиография	28

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 2

Передача энергии переменного тока

Electrically propelled road vehicles. Functional and safety requirements
for power transfer between vehicle and external electric circuit. Part 2. AC 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 переменного тока между дорожными транспортными средствами с электрическим приводом и внешними электрическими цепями. Требования настоящего стандарта применяются в дополнение к ИСО 5474-1.

Внешние электрические цепи включают в себя внешние источники электропитания и внешние электрические нагрузки. Этот стандарт содержит требования к режимам зарядки 2, 3, как определено в МЭК 61851-1, и реверсивной передаче энергии.

Рассматриваются требования к реверсивной передаче энергии для подачи напряжения на розетки, расположенные в автомобиле.

Настоящий стандарт устанавливает требования к реверсивной передаче энергии через вилку (штекер) или ввод транспортного средства в соответствии с МЭК 62196-1 или МЭК 62196-2.

Требования к токопроводящей передаче энергии переменного тока с использованием устройства автоматического подключения (ACD the automated connection device) или аналога ACD, в соответствии с ИСО 5474-5.

Требования к системам автоматического подключения в соответствии с ИСО 5474-5.

Настоящий стандарт распространяется на бортовые секции цепей электроснабжения транспортного средства. Это относится также к специальным функциям управления источником питания, используемым для подключения автомобиля к внешней электрической цепи.

Стандарт не устанавливает требований 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)

IEC 60038, IEC standard voltages (Напряжения стандартные)

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 60364-8-82:2022, Low-voltage electrical installations — Part 8-82: Functional aspects — Prosumer's low-voltage electrical installations (Электроустановки низковольтные. Часть 8-82. Функциональные аспекты. Низковольтные электроустановки для потребителей-профессионалов)

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

IEC 60898-1:2015, Electrical accessories — Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations — Part 1: Circuit-breakers for a.c. operation (Арматура электрическая. Выключатели автоматические для защиты от сверхтоков электроустановок бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Выключатели автоматические для переменного тока)

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

IEC 62196-1, Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets — Conductive charging of electric vehicles — Part 1: General requirements (Вилки, штепсельные розетки, переносные розетки и вводы для транспортных средств. Проводная зарядка для электромобилей. Часть 1. Общие требования)

IEC 62196-2, Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets — Conductive charging of electric vehicles — Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for a.c. pin and contact-tube accessories (Вилки, штепсельные розетки, переносные розетки и вводы для транспортных средств. Проводная зарядка для электромобилей. Часть 2. Требования размерной совместимости и взаимозаменяемости для штыревых разъемов и арматуры сети переменного тока)

ISO 15118 (all parts), Road vehicles — Vehicle to grid communication interface [(все части) Дорожные транспортные средства. Интерфейс связи транспортного средства и электросети]

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)

3 Термины и определения

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

ИСО и МЭК вводят 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 активный коэффициент $\cos \varphi$: Для двухполюсного элемента или двухполюсной цепи в синусоидальных условиях отношение активной мощности к кажущейся мощности.

3.2 защитное разделение (защитное электрическое разделение): Отделение одной электрической цепи от другой с помощью:

- двойной изоляции; или
- базовой изоляции и электрического защитного экрана (экранирование); или
- усиленной изоляции.

3.3 передача энергии от транспортного средства к нагрузке V2L: Передача энергии от цепи электропитания транспортного средства, по крайней мере, к одной внешней электрической нагрузке, при этом предполагается, что нагрузка не имеет постоянного подключения к защитному заземлению.

Примечание — Внешняя электрическая нагрузка может быть подключена к цепи электропитания транспортного средства через стандартную бортовую розетку или ввод транспортного средства напрямую или с помощью адаптера V2L (3.4).

3.4 адаптер V2L: Оборудование, которое подключается к цепи электропитания транспортного средства через ввод транспортного средства и имеет, по крайней мере, одну стандартную розетку для подключения внешних электрических нагрузок.

3.5 режим формирования электросети: Режим обратной передачи энергии не параллельно питающей сети.

3.6 режим слежения за электросетью: Режим параллельной обратной передачи энергии в соответствии с рабочими параметрами питающей сети.

3.7 изоляция: Разъединение, обеспечивающее надлежащее изолирование электрического оборудования, системы, установки или ее части от их источников энергии.

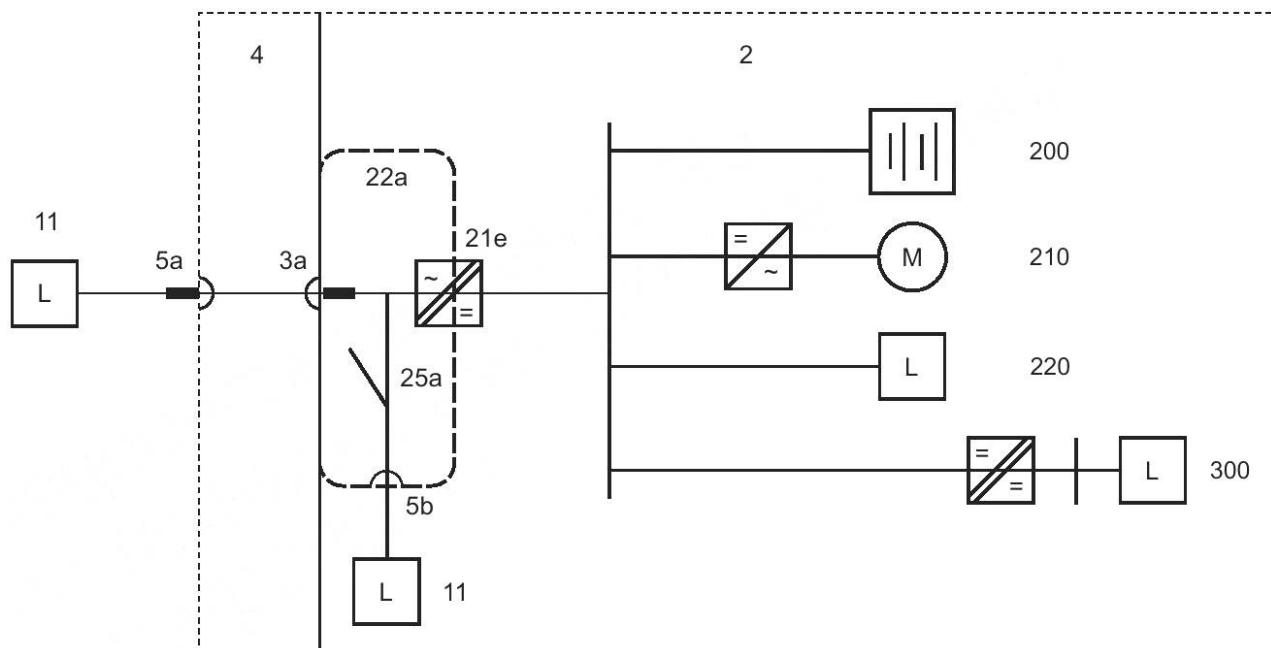
4 Архитектура системы

Применяют раздел 4 ИСО 5474-1, за исключением следующих случаев:

Пример обратной передачи энергии переменного тока от транспортного средства к нагрузке (обратная передача энергии переменного тока в режиме формирования электросети в незаземленную внешнюю цепь) приведен на рисунке 1.

Пример обратной передачи энергии переменного тока от транспортного средства к электросети (обратная передача энергии переменного тока в режиме следования за электросетью в заземленную внешнюю цепь) приведен на рисунке 2.

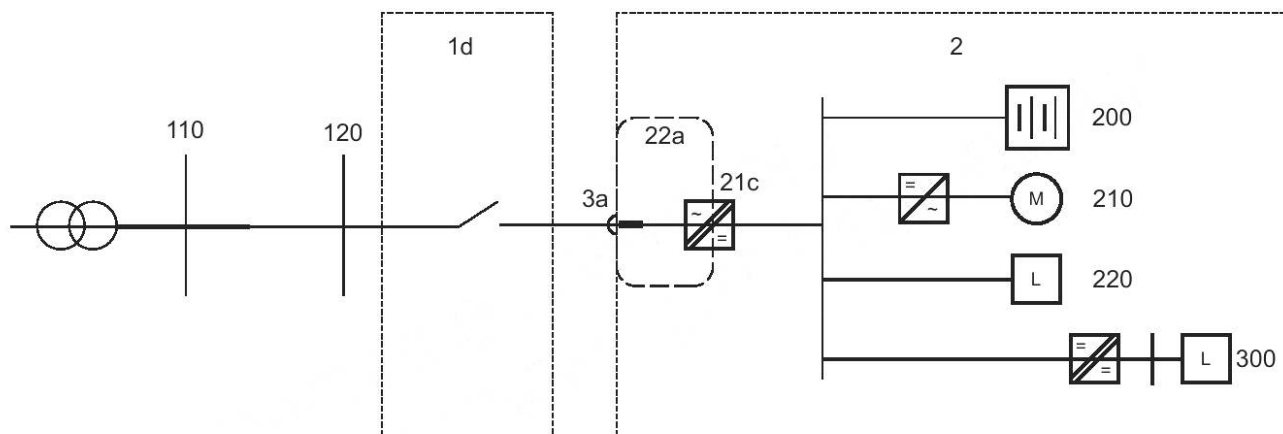
Пример обратной передачи энергии переменного тока от автомобиля к дому (обратная передача энергии переменного тока в режиме формирования сети или в режиме следования за электросетью к заземленной внешней цепи) представлен на рисунке 3.



Обозначения:

- 2 — транспортное средство;
- 3а — соединитель транспортного средства переменного тока;
- 4 — адаптер V2L;
- 5а — розетка, оснащенная адаптером V2L, и стандартной вилкой;
- 5b — стандартная розетка, предусмотренная на борту автомобиля, и стандартная вилка;
- 11 — внешняя электрическая нагрузка;
- 21е — двунаправленный преобразователь энергии с, по меньшей мере, простым разделением в режиме формирования электросети;
- 22а — цепь электропитания транспортного средства;
- 25а — выключатель;
- 200 — перезаряжаемая система накопления энергии (RESS);
- 210 — электрический привод;
- 220 — другие электрические нагрузки класса В по напряжению;
- 300 — электрические нагрузки класса А по напряжению.

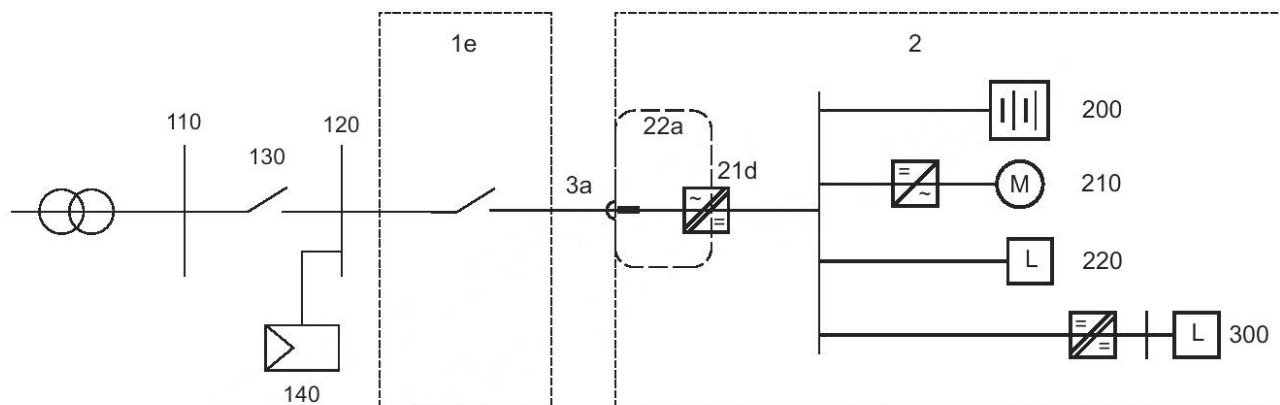
Рисунок 1 — Однострочная диаграмма примера обратной передачи энергии переменного тока от транспортного средства к нагрузке (обратная передача энергии переменного тока в режиме следования за электросетью в незаземленную внешнюю цепь)



Обозначения:

- 1d — оборудование для питания электромобиля (EV) от сети переменного тока, способное выполнять функцию обратной передачи энергии, подключенное к электросети;
- 2 — транспортное средство;
- 3a — соединитель транспортного средства переменного тока;
- 21c — двунаправленный преобразователь энергии с, по меньшей мере, простым разделением в режиме; следования за электросетью;
- 22a — цепь электропитания транспортного средства;
- 110 — общественная сеть;
- 120 — местное распространение;
- 200 — RESS;
- 210 — электрический привод;
- 220 — другие электрические нагрузки класса В по напряжению;
- 300 — электрические нагрузки класса А по напряжению.

Рисунок 2 — Однострочная диаграмма примера обратной передачи энергии переменного тока от транспортного средства к электросети (обратная передача энергии переменного тока в режиме следования за электросетью в заземленную внешнюю цепь)



Обозначения:

- 1e — оборудование для питания EV от сети переменного тока, способное выполнять функцию обратной передачи энергии, изолировано без подключения к электросети;
- 2 — транспортное средство;
- 3a — соединитель транспортного средства переменного тока;
- 21d — двунаправленный преобразователь энергии с, по меньшей мере, простым разделением в режиме формирования электросети или режиме следования за электросетью;
- 22a — цепь электропитания транспортного средства;
- 110 — общественная сеть;
- 120 — местное распространение;
- 130 — выключатель для изолирования;
- 140 — фотовольтаическая система (PV система);
- 200 — RESS;
- 210 — электрический привод;
- 220 — другие электрические нагрузки класса В по напряжению;
- 300 — электрические нагрузки класса А по напряжению.

Рисунок 3 — Однострочная схема примера обратной передачи энергии переменного тока от автомобиля к дому (обратная передача энергии переменного тока в режиме формирования сети или в режиме следования за сетью к заземленной внешней цепи)

5 Условия окружающей среды и эксплуатации

ИСО 5474-1:2024, применяют раздел 5.

6 Требования безопасности

6.1 Общие положения

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 6.1.

6.2 Защита людей от поражения электрическим током

6.2.1 Общие положения

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 6.2.1, за исключением следующих случаев:

Транспортное средство должно обеспечивать, по крайней мере, защитное разделение между токоведущими частями цепи электропитания транспортного средства и цепями класса А по напряжению в целях обеспечения базовой защиты и защиты от неисправностей.

Транспортное средство должно обеспечивать, по крайней мере, простое разделение токоведущих частей цепи электропитания транспортного средства от других цепей класса В2 по напряжению в целях защиты от неисправностей.

6.2.2 Совместимость с внешними устройствами безопасности

Примечание 1 — Обеспечение защиты транспортного средства согласовано с оборудованием для питания электромобилей, которое соответствует стандарту МЭК 62752 для режима 2 и МЭК 62955 для режима 3.

Совместимость с проверкой целостности защитного проводника должна быть достигнута путем ограничения Y -емкости в соответствии с пунктом 6.2.4.

Примечание 2 — Высокая Y -емкость бортовой части цепи электропитания транспортного средства может помешать проверке целостности защитного проводника.

6.2.3 Сопротивление изоляции

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 6.2.3.

6.2.4 Ток касания

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 6.2.4 за исключением следующих случаев.

Заменить последний абзац:

Соответствие необходимо проверить в соответствии с пунктом 13.5.

Оборудование для электропитания EV может увеличивать ток касания при зарядке в режиме 2 до 1 мА в случае нарушения целостности защитного провода, см. МЭК 62752.

Примечание — В нормальном состоянии сопротивление заземляющего электрода в системе заземления TT может достигать 166 Ом, см. МЭК 60364-4-41:2005+AMD1:2017, 411.5.1, примечание.

6.2.5 Согласование изоляции

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 6.2.5, за исключением следующих случаев:

Изоляцию необходимо спроектировать в соответствии с требованиями, приведенными в пункте 6.2.1.

Изоляция должна быть рассчитана на номинальное импульсное напряжение, выдерживающее воздействие, в соответствии с МЭК 60664-1:2020, таблица F.1, с категорией перенапряжения II. Если схема электроснабжения транспортного средства включает в себя меры, ограничивающие переходное перенапряжение до уровня, соответствующего категории перенапряжения I, то части схемы электроснабжения транспортного средства, защищенные этими мерами, могут быть спроектированы в соответствии с категорией перенапряжения I в соответствии с МЭК 60664-1.

Устойчивость к временным перенапряжениям необходимо проверить в соответствии с пунктом 13.4.

Устойчивость к импульсному напряжению категории II по перенапряжению необходимо проверить в соответствии с пунктом 10.6 ИСО 6469-3:2021.

6.2.6 Защитный проводник

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 6.2.6.

6.2.7 Базовая защита при подключении к внешней электрической цепи

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 6.2.7.

6.2.8 Требования к несвязанным контактам транспортного средства

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 6.2.8.

6.3 Защита от термических воздействий

6.3.1 Требования к нормальной эксплуатации

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 6.3.1.

6.3.2 Защита от перегрузки по току

6.3.2.1 Общие положения

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 6.3.2.1.

6.3.2.2 Защита от перегрузки

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 6.3.2.2.

6.3.2.3 Защита от короткого замыкания

Для тока короткого замыкания, подаваемого от внешней электрической цепи (например, от внешнего источника электропитания), необходимо выполнить, по крайней мере, одно из следующих требований.

а) Площадь поперечного сечения проводов, находящихся под напряжением, в цепи электропитания транспортного средства должна соответствовать номинальному току короткого замыкания (I^2t) в соответствии с характеристиками защиты внешней электрической цепи от перегрузки по току. Для подключения к внешнему источнику электропитания с номинальным током до 80 А цепь электропитания транспортного средства должна выдерживать ток короткого замыкания (I^2t) не менее 80 000 А²с. Значение I^2t должно быть рассчитано в соответствии с МЭК 60364-4-41.

Соответствие требованиям проверяют путем измерения поперечных сечений или путем проверки конструкции.

Примечание 1 — Время отключения защиты от короткого замыкания может составлять до 5 с (см. МЭК 60364-4-41).

б) Защиту от перегрузки по току (например, предохранитель, автоматический выключатель) необходимо предусмотреть в каждом проводнике, находящемся под напряжением, цепи питания транспортного средства. Проводники под напряжением, защищенные этой защитой от перегрузки по току, должны иметь достаточную площадь поперечного сечения для прохождения перегрузки по току в соответствии с характеристиками этой защиты от перегрузки по току. Площадь поперечного сечения провода под напряжением между входом транспортного средства и защитой от перегрузки по току должна соответствовать пункту 6.3.2.3 а).

Соответствие требованиям проверяют путем проверки параметров защиты от перегрузки по току и измерения поперечных сечений или путем анализа конструкции.

с) Зарядное устройство должно обеспечить защиту от перегрузки по току (например, предохранитель, автоматический выключатель) в каждом проводнике цепи электропитания транспортного средства, находящемся под напряжением. Проводники под напряжением между вводом транспортного средства и защитой от перегрузки по току должны иметь достаточную площадь поперечного сечения для пропускания перегрузки по току в соответствии с характеристиками этой защиты от перегрузки по току. Цепь электропитания транспортного средства между вводом транспортного средства и устройством защиты от перегрузки по току должна быть защищена от механических повреждений таким образом, чтобы единичный отказ не приводил к повреждению изоляции между проводниками, находящимися под напряжением, или между проводниками, находящимися под напряжением, и электрическим шасси.

Соответствие требованиям проверяют путем проверки параметров защиты от перегрузки по току, измерения поперечных сечений и проверки защиты от механических повреждений или путем анализа конструкции.

Транспортное средство должно обеспечивать защиту от короткого замыкания при возникновении тока короткого замыкания, который подается от источников энергии транспортного средства.

6.3.3 Остаточная энергия после отключения, связанного с тепловым инцидентом

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 6.3.3.

6.3.4 Защита от дуги

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 6.3.4 за исключением следующих случаев:

Если требуется функция блокировки в соответствии с пунктом 6.3.4 ИСО 5474-1:2024, то необходимо использовать один из следующих типов:

- Электрическая блокировка: если для такой функции блокировки используется схема обнаружения приближения, транспортное средство должно прекратить передачу энергии и уменьшить ток через соединительное устройство транспортного средства до уровня менее или равного 1 А в течение 100 мс после приведения в действие переключателя в схеме обнаружения приближения.

- Механическая блокировка: при использовании механической блокировки транспортное средство не должно отсоединять разъем транспортного средства, если ток транспортного средства превышает 1 А.

Соответствие требованиям проверяется с помощью анализа конструкции.

Примечание — Схема обнаружения приближения приведена в МЭК 61851-1.

6.4 Движение транспортного средства

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 6.4.

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

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 6.5.

7 Электромагнитная совместимость

ИСО 5474-1:2024, применяют раздел 7.

8 Защита в случае непреднамеренной передачи электроэнергии

ИСО 5474-1:2024, применяют раздел 8.

9 Функциональные требования

9.1 Диапазоны напряжений и частот для нормальной работы

Цепь питания транспортного средства должна работать по назначению в диапазоне напряжений, соответствующих номинальному напряжению, с допуском от +10 % до –15 %. Цепь электропитания транспортного средства должна работать по назначению в диапазоне частот 50 Гц $\pm$ 1 % или 60 Гц $\pm$ 1 %.

Примечание 1 — Этот диапазон напряжений получен на основе применения значений, указанных в МЭК 60038 (–10 % макс) и МЭК 60364-5-52 (низковольтные установки, питаемые непосредственно от общедоступной системы распределения низкого напряжения: –5 % макс).

Примечание 2 — В низковольтной установке, питаемой от частного источника низкого напряжения, напряжение может снижаться до –19 %. Диапазон напряжений рассчитан на основе применения значений, указанных в стандартах МЭК 60038 (–10 % макс), МЭК 60364-5-52 (низковольтная установка, питаемая от частного источника низкого напряжения: –8 % макс), и падения напряжения по кабелю IC-CPD (около –1 %).

9.2 Пусковой ток

Транспортное средство должно ограничивать пусковой ток в цепи электропитания транспортного средства индивидуально для каждого проводника, находящегося под напряжением, следующим образом.

- Событие 1: после замыкания контактора в оборудовании питания EV при пиковом значении напряжения питания ток в каждом проводнике, находящемся под напряжением, не должен превышать 230 А в течение 100 мкс. Ток должен уменьшаться и не превышать предела события 2 через 100 мкс до тех пор, пока не произойдет событие 2. Токи в этом конкретном проводнике под напряжением, вызванные замыканием контактора оборудования электропитания EV на другом проводнике, находящемся под напряжением, не должны учитываться.

Примечание 1 — Максимальное значение пускового тока события 1 согласовано с переключающими устройствами в оборудовании электропитания EV, чтобы избежать сварки.

Примечание 2 — 230 А в течение 100 мкс — это предел, принятый в МЭК 61851-1:2017, 12.2.6 и МЭК 62752:2016, 9.8.2.1.

- Событие 2: во время предварительной зарядки конденсаторов в зарядном устройстве среднее квадратическое значение тока в каждом проводнике, находящемся под напряжением, измеренное в течение каждого периода напряжения питания, не должно превышать 30 А. Пики тока, превышающие 42,4 А, могут возникать до тех пор, пока не будут нарушены требования МЭК 61000-3-3 или МЭК 61000-3-11. Событие 2 не должно превышать 1 с.

Примечание 3 — Пусковой ток события 2 ограничен во избежание срабатывания миниатюрных автоматических выключателей (MCB). Значение 30 А (среднее квадратическое значение) соответствует 10 А MCB с характеристикой отключения B, определенной в стандарте МЭК 60898-1.

Примечание 4 — Пусковой ток вызван следующими двумя явлениями: Во время события 1 пусковой ток вызван электромагнитными фильтрами перед силовой электроникой зарядного устройства. Во время события 2 пусковой ток вызван емкостью цепи постоянного тока (звена напряжения постоянного тока) силовой электроники зарядного устройства. Событие 2 не обязательно следует сразу за событием 1.

Соответствие должно быть проверено по пункту 13.6.

9.3 Ток нагрузки

Сила тока нагрузки транспортного средства не должна превышать наименьшего из следующих пределов:

- максимально допустимое значение тока, указанное типичной функцией пилотного управления в соответствии с МЭК 61851-1:2017, А.2.2;
- 10 А от одной фазы, если транспортное средство использует функцию упрощенного пилотного управления в соответствии с МЭК 61851-1:2017, А.2.3;
- максимально допустимое значение тока, обеспечиваемое цифровой связью, в соответствии с серией ИСО 15118 или другими применимыми стандартами цифровой связи.

Примечание 1 — Стандарт SAE J3068 устанавливает требования к цифровой связи в следующих странах: США;

- максимального тока в кабельном узле, указанного на кодирующем резисторе автомобильного разъема, если на вводе транспортного средства предусмотрен контакт приближения для одновременного определения близости и кодирования тока, как указано в МЭК 61851-1:2017, В.2.

Информация о взаимодействиях и пороговых значениях функции пилотного управления, связанной с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), приведена в таблице А.6 стандарта МЭК 61851-1:2017.

Примечание 2 — Оборудование электропитания EV может отключить питание в случае, если ток нагрузки EV превышает максимально допустимый ток, указанный ШИМ-сигналом в соответствии с МЭК 61851-1:2017, приложение А.

Примечание 3 — В некоторых странах использование упрощенной пилотной функции запрещено: США.

В новых конструкциях транспортных средств не должна использоваться функция упрощенного пилотного управления в соответствии с МЭК 61851-1:2017, А.2.3.

9.4 Активный фактор

Этот пункт применяют для передачи энергии от внешней электрической цепи к транспортному средству с электрическим приводом.

Активный фактор транспортного средства при его номинальной мощности должен составлять не менее 0,95, если только транспортное средство не позволяет регулировать активный фактор своего зарядного устройства в соответствии с дополнительной информацией, предоставляемой оборудованием для электропитания EV. Требования к излучению гармоник в линиях электропередачи переменного тока приведены в МЭК 61851-21-1.

Для каждого отдельного сетевого проводника активный фактор должен составлять не менее 0,9, если только потребляемая мощность не составляет менее 5 % от номинальной мощности или 300 Вт, в зависимости от того, что больше.

Время работы отдельного сетевого проводника при активном факторе ниже 0,9 должно быть ограничено 30 минутами за один сеанс зарядки.

Если активный фактор ниже 0,9, реактивная мощность должна быть ограничена до 300 ВАр на один сетевой проводник.

Примечание 1 — Увеличенная продолжительность работы при низком $\cos\phi$ /активном факторе без необходимости перегружает сеть переменного тока реактивной мощностью.

Примечание 2 — Транспортное средство может открыть S2 (см. IEC 61851-1), что инициирует переход в состояние В (т.е. отключение транспортного средства от сети переменного тока оборудованием, обеспечивающим питание электромобилей), что позволяет избежать дальнейшей загрузки сети переменного тока реактивной мощностью.

Примечание 3 — При определенных условиях эксплуатации (например, при предварительной подготовке, балансировке элементов батареи) активный фактор может быть ниже 0,9.

Примечание 4 — В следующих странах время работы при активном факторе ниже 0,9 ограничено 1 часом на сеанс зарядки в соответствии с требованиями операторов систем распределения электроэнергии к подключению: Германия (DE).

Примечание 5 — В следующих странах реактивная мощность ограничена 1 кВАр, если активный фактор на один сетевой проводник ниже 0,9 в соответствии с требованиями операторов распределительных систем к подключению: Германия (DE).

Если в транспортном средстве предусмотрено регулирование активного фактора его зарядного устройства в соответствии с дополнительной информацией, предоставленной оборудованием питания EV, в транспортном средстве необходимо:

- внедрить применимые рекомендации стандартов серии ISO 15118 и

- настроить либо:

- 1) его активный коэффициент как фиксированное значение в диапазоне от 0,90 индуктивного до 0,90 емкостного, или

- 2) его реактивную мощность в зависимости от напряжения питания, $Q(U)$ или

- 3) его активный фактор как функцию мощности, $\cos \varphi (P)$.

Соответствие может быть проверено на уровне транспортного средства или соответствующего компонента с подключенной резистивной нагрузкой в диапазоне рабочей мощности тестируемого устройства.

Примечание 6 — В случае проверки на уровне компонентов могут учитываться только значения рабочей мощности, определенные на уровне транспортного средства.

9.5 Порядок фаз и их количество в трехфазном режиме

Этот пункт применяют, если транспортное средство поддерживает трехфазную передачу энергии.

Транспортное средство должно быть полностью работоспособным:

- при подключении к внешней электрической цепи с последовательностью фаз по часовой стрелке (L1-L2-L3) и

- при подключении к внешней электрической цепи с последовательностью фаз против часовой стрелки (L1-L3-L2).

Если транспортное средство поддерживает реверсивную передачу энергии при трехфазном режиме, транспортное средство должно быть полностью работоспособным при подключении к внешней электрической цепи с последовательностью фаз по часовой стрелке (L1-L2-L3).

Динамическое изменение фаз рассматривается в стандарте МЭК 61851-1 и должно учитываться производителем транспортного средства.

Соответствие требованиям проверяют путем осмотра.

9.6 Требования к вилке и кабелю

Вилка (случай А) должна соответствовать требованиям:

- МЭК 62196-1 или

- МЭК 62196-2.

Общие рекомендации по безопасному использованию кабелей приведены в стандарте МЭК 62440.

Кабель, специально предназначенный для зарядки электромобилей, указан в стандарте МЭК 62893-3 или аналогичных национальных стандартах.

9.7 Требования к вводу транспортного средства

Ввод транспортного средства (случай В и случай С) должно соответствовать:

- МЭК 62196-1 или

- МЭК 62196-2.

9.8 Совместимость с функциями самодиагностики оборудования для питания электромобилей

Функции самодиагностики оборудования для питания электромобилей рассматривают в стандарте МЭК 61851-1 и должны учитываться производителем транспортного средства.

10 Дополнительные требования к реверсивной передаче энергии

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

10.1 Общие положения

Возможность обратной передачи энергии через вилку рассматривается.

Примечание — В стандарте SAE J2847-5 приведены требования к передаче энергии от транспортного средства к нагрузке в следующих странах: США и Канада.

Требования к многофазной обратной передаче электроэнергии в режиме формирования сети в незаземленную внешнюю цепь рассматриваются.

10.2 Требования безопасности

10.2.1 Общие положения

Если не указано иное, завод—изготовитель транспортного средства должен применять защиту от неисправностей на основе анализа видов неисправностей.

10.2.2 Обратная передача энергии в режиме формирования сети в незаземленную внешнюю цепь (от транспортного средства к нагрузке)

Завод—изготовитель транспортного средства должен предоставить соответствующие методы первоначальной и периодической проверки электронного преобразователя энергии.

10.2.2.1 Защита от поражения электрическим током

10.2.2.1.1 Сопротивление изоляции

Значение сопротивления изоляции цепи электропитания транспортного средства должно быть выше пороговых значений, указанных в пункте 6.2.3 ИСО 5474-1:2024.

10.2.2.1.2 Защита при единичной неисправности

Приведены требования к цепи электропитания транспортного средства, изолированной от электрического шасси (т.е. аналогичной IT-системе). Требования к цепи электропитания транспортного средства, не изолированной от электрического шасси (т.е. аналогичной системе TN) рассматриваются.

В транспортном средстве должен быть предусмотрен один из следующих видов защиты между цепью электропитания транспортного средства и другими цепями транспортного средства класса напряжения В:

- защитное разделение;
- простое разделение, и транспортное средство должно обнаруживать неисправность простого разделения. В случае неисправности простого разделения в транспортном средстве должно быть предусмотрено выполнение следующих действий:
 - уменьшение напряжения касания между любым контактом и любым другим контактом ввода транспортного средства или любой бортовой розетки, а также напряжения касания между любым контактом ввода транспортного средства или любой бортовой розетки, подключенной токопроводящим образом к цепи питания транспортного средства и электрическому шасси ниже 60 В постоянного тока и 30 В переменного тока в течение периода менее или равного 1 с и
 - устранение временного перенапряжения, если это применимо, в течение определенного времени в соответствии с МЭК 60664-1:2020, 5.4.3.2 (например, обесточивание цепи электропитания транспортного средства или отсоединение от источника перенапряжения).

Примечание 1 — Длительное временное перенапряжение может длиться более 5 с в соответствии с МЭК 60664-1:2020, 5.4.3.2.

Соответствие разделения и обесточивания проверяют путем анализа конструкции.

Соответствие обнаружения неисправности простого разделения проверяют путем моделирования неисправности или путем анализа конструкции.

Если в цепи электропитания транспортного средства имеется более одной электрической розетки, защитные устройства должны обеспечивать одинаковый уровень безопасности для каждой электрической розетки.

Если в электрической розетке имеется клемма защитного проводника, она должна быть подсоединена к электрическому шасси транспортного средства с помощью защитного проводника.

Площадь поперечного сечения защитного проводника должна быть рассчитана в соответствии с МЭК 60364-5-54.

Соответствие требованиям проверяется путем анализа конструкции.

При передаче энергии от транспортного средства к нагрузке должен применяться, по крайней мере, один из следующих видов защиты.

- а) Должна быть предусмотрена индивидуальная функция защиты от остаточного тока для
 - каждой из стандартных бортовых розеток и
 - каждого ввода транспортного средства, которые одновременно подключены токопроводящим образом к цепи электропитания транспортного средства. Определение термина «подключенные токопроводящим образом» приведено в стандарте ИСО 6469-3:2021, раздел 3.7.

Функция защиты от остаточного тока после срабатывания должна эффективно изолировать соответствующую цепь от всех проводников источника питания, находящихся под напряжением.

Функция защиты от остаточного тока должна работать при $I_{\Delta nom}$ не превышающем 30 мА переменного тока, требования к времени отключения должны выполняться в соответствии с МЭК 60479-1.

Положение контактов функции защиты от остаточного тока или других средств изоляции в изолированном положении должно быть либо видно снаружи, либо четко и надежно обозначено.

Примечание 2 — В некоторых странах существуют особые требования к функциям защиты от остаточного тока: США.

Примечание 3 — Требование иметь индивидуальную функцию защиты от остаточного тока для каждой стандартной розетки в ИТ системе вытекает из стандарта МЭК 60364-4-41:2005, 411.6.1 и 411.6.3, примечание 2.

Примечание 4 — В соответствии с Руководством МЭК 116:2018, раздел 7.2.3.1, необходимо учитывать ситуацию двойного сбоя с двумя независимыми и не связанными между собой неисправностями, если первая неисправность не обнаружена автоматически.

Примечание 5 — Индикация может быть выполнена с помощью соответствующей маркировки, указывающей на изолированное и закрытое положения соответственно.

Устройства, используемые для защиты от остаточного тока, должны быть сконструированы таким образом, чтобы предотвращать непреднамеренное срабатывание.

Примечание 6 — Такое срабатывание может быть вызвано, например, механическими ударами и вибрациями.

В случае возможности токов в защитных проводниках постоянного тока, функция защиты от остаточного тока должна обладать соответствующими свойствами.

б) Должна быть предусмотрена система контроля сопротивления изоляции, которая периодически или непрерывно контролирует сопротивление изоляции цепи электропитания транспортного средства во время передачи энергии от транспортного средства к нагрузке.

Сопротивление изоляции, деленное на максимальное рабочее напряжение цепи электропитания транспортного средства, должно быть более 500 Ом/В.

- В случае асимметричной неисправности изоляции транспортное средство должно снизить выходное напряжение на вводе транспортного средства и в стандартных бортовых розетках, подключенных токопроводящим образом, до уровня ниже 30 В переменного тока и 60 В постоянного тока в течение менее 1 секунды.

- В случае симметричной неисправности изоляции транспортное средство должно снизить выходное напряжение на вводе транспортного средства и в стандартных бортовых розетках, подключенных токопроводящим образом, до уровня ниже 30 В переменного тока и 60 В постоянного тока в течение не более 10 секунд.

Примечание 7 — Значение времени для асимметричной неисправности взято из стандарта HD 60364-5-551, приложение ZC, ZC.3.2.2.2.2.

Примечание 8 — Значение времени для симметричной неисправности взято из стандарта МЭК 61851-23.

Если защитный проводник между открытыми токопроводящими частями подключенных внешних электрических нагрузок и шасси не предусмотрен классом оборудования или аксессуарами, подключенными к цепи электропитания транспортного средства, то одного варианта б) недостаточно.

Примечание 9 — В некоторых странах, где используется номинальное напряжение не более 150 В переменного тока, может применяться определенное оборудование, например, оборудование класса 0 в соответствии с МЭК 61140, или определенные аксессуары, такие как переходники между вилками и розетками типа А или В в соответствии с МЭК 60884-1, которые не обеспечивают или, возможно, прерывают путь защитного проводника.

Примечание 10 — Безопасность оборудования класса II не зависит от наличия защитного проводника.

Транспортное средство должно снизить выходное напряжение на вводе транспортного средства или в стандартной бортовой розетке до 30 В переменного тока или менее в случае возникновения тока короткого замыкания между проводником, находящимся под напряжением, и защитным проводником в течение времени, указанного в МЭК 60364-4-41:2005, 411.3.2.2.

10.2.2.2 Защита от перегрузки по току

Транспортное средство должно быть оснащено средствами защиты от перегрузки по току для прерывания подачи энергии и снижения выходного напряжения на вводе транспортного средства в случае превышения любого из следующих значений:

- номинальный ток в цепи электропитания транспортного средства;
- номинальный ток на вводе транспортного средства;
- максимальный ток, указанный адаптером V2L, например, с помощью резисторного кодирования или цифровой связи;
- максимальный ток, указанный внешней электрической нагрузкой, например, с помощью резисторного кодирования или цифровой связи.

Транспортное средство должно отключать выходной ток при достижении пороговых значений выбранных характеристик срабатывания.

Характеристики срабатывания защиты от перегрузки по току не должны быть ниже, чем у устройств типа В или С в соответствии с МЭК 60898-1:2015, таблица 7.

Примечание 1 — Как правило, ограничивающим фактором является силовая электроника, обеспечивающая питание системы V2L. Очень быстрые характеристики отключения ограничивают доступность функции V2L в случае, если подключенная нагрузка имеет высокие пусковые токи.

Примечание 2 — В некоторых странах максимальная реверсивная энергия от транспортного средства ограничена и составляет менее 10 кВт: Япония.

Примечание 3 — Возможно, что ток перегрузки или короткого замыкания, подаваемый электронным преобразователем энергии, не приведет к срабатыванию внешней защиты от перегрузки по току, например, предохранителя или автоматического выключателя.

Соответствие средств защиты от перегрузки по току проверяют путем анализа конструкции.

Изготовитель транспортного средства должен предоставить соответствующие методы первоначальной и периодической проверки электронного преобразователя энергии.

10.2.3 Обратная передача энергии к заземленной внешней цепи (от транспортного средства к сети) в режиме следования за сетью

Требования к обратной передаче энергии к заземленной внешней цепи в режиме следования за сетью рассматриваются.

10.2.4 Обратная передача энергии в заземленную внешнюю цепь (от транспортного средства к дому) в режиме формирования сети

Требования к обратной передаче энергии в режиме формирования сети в заземленную внешнюю цепь рассматриваются.

10.3 Функциональные требования

10.3.1 Общие положения

Транспортное средство должно соответствовать определенным пороговым значениям электро-сети по энергоснабжению, предусмотренным внешней электрической цепью. Во время обратной передачи энергии цепь электропитания транспортного средства должна обеспечивать подачу питания в соответствии с требованиями МЭК 60038 и МЭК 60364-8-82:2022, пункт 7.1, и в пределах диапазона номинального напряжения с допуском $\pm 15\%$.

Примечание — В случае подключенной к сети обратной передачи энергии (рассматривается), возможно, что транспортному средству потребуется обеспечить активную и реактивную мощность по запросу оборудования, обеспечивающего питание электромобилей (например, с помощью цифровой связи).

Транспортное средство должно подавать напряжение и частоту в соответствии с МЭК 60038 и согласованные с адаптером V2L.

Транспортное средство не должно превышать максимальный порог тока, согласованный с адаптером V2L.

Средства согласования (например, связь, сигнализация) рассматриваются.

10.3.2 Обратная передача мощности в режиме формирования сети

10.3.2.1 Выходное напряжение

Напряжение должно быть стандартным в соответствии с МЭК 60038.

10.3.2.2 Выходная частота

Частота должна составлять 50 Гц или 60 Гц. Допустимое отклонение частоты должно составлять ± 1 %.

10.3.2.3 Форма выходного сигнала

Форма выходного сигнала должна быть синусоидальной или модифицированной синусоидальной (например, ступенчатая синусоидальная).

Общий уровень гармонических искажений должен составлять менее 10 % в соответствии с МЭК 62109-2:2011, 4.7.5.

Примечание — Дополнительная информация приведена в EN 50160.

10.3.2.4 Порядок фаз

При подключении к внешней электрической цепи транспортное средство должно обеспечивать подачу фаз по часовой стрелке (L1-L2-L3).

10.3.3 Обратная передача энергии в режиме следования за сетью

Требования к режиму следования за сетью рассматриваются.

11 Требования к передаче энергии на стандартные бортовые розетки

11.1 Общие положения

Если в цепи электропитания транспортного средства имеется более одной электрической розетки, защитные устройства должны обеспечивать одинаковый уровень безопасности для каждой электрической розетки.

Розетки на борту транспортного средства, которые подключены к цепи электропитания транспортного средства токопроводящим образом, должны быть отключены с помощью устройств, пригодных для изоляции (например, разъединителей), во время зарядки.

Дополнительные требования к розеткам, которые подключаются токопроводящим образом к цепи электропитания транспортного средства во время режимов зарядки 2 или 3 рассматриваются.

Проверку производят либо методом анализа конструкции, либо подключить транспортное средство к источнику питания электромобиля, а затем убедиться, что все розетки, подключенные к цепи электропитания транспортного средства, отключены (т.е. все проводники, находящиеся под напряжением, изолированы).

Изготовитель транспортного средства должен определить условия подачи питания на бортовые розетки, подключенные к сети электропитания транспортного средства токопроводящим образом, на основе анализа безопасности.

Требования к многофазной обратной передаче питания в режиме формирования сети в незаземленную внешнюю цепь рассматриваются.

11.2 Защитный проводник

Если в электрической розетке предусмотрена клемма защитного проводника, она должна быть подсоединена к электрическому шасси транспортного средства с помощью защитного проводника.

Площадь поперечного сечения защитного проводника должна быть рассчитана в соответствии с МЭК 60364-5-54.

Соответствие требованиям проверяется путем анализа конструкции.

11.3 Сопротивление изоляции

Значение сопротивления изоляции цепи электропитания транспортного средства должно быть больше пороговых значений, указанных в пункте 6.2.3 ИСО 5474-1:2024.

12 Руководство по эксплуатации и маркировка

ИСО 5474-1:2024, применяют раздел 11.

13 Процедура испытания

13.1 Общие положения

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 12.1.

13.2 Сопротивление защитного проводника

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 12.2.

13.3 Сопротивление изоляции

ИСО 5474-1:2024, применяют пункт 12.3.

13.4 Испытание на выдерживаемое напряжение

Испытание на выдерживание напряжения в соответствии с ИСО 6469-3:2021, пункт 10.6, применяют со следующими изменениями:

- проверку проводят в цепи электропитания транспортного средства на контактах вилки (случай А), на вводе транспортного средства (случай В и случай С);
- если в цепи электропитания транспортного средства имеются контакторы или разъединительные устройства, они должны быть замкнуты.

Испытание цепи электропитания транспортного средства на выдерживаемое напряжение переменного тока должно проводиться при равномерном повышении напряжения переменного тока частотой 50 Гц или 60 Гц от 0 В до следующего среднего квадратического значения в течение не более 5 с и сохранении этого значения в течение не менее 60 с:

- $(U_n + 1\ 200\text{ В})$, если применяется базовая изоляция;
- $2 \times (U_n + 1\ 200\text{ В})$, если применяется двойная изоляция или усиленная изоляция, где U_n — номинальное напряжение линии на нейтрали системы питания с заземленной нейтралью.

Примечание — Значения испытательного напряжения переменного тока указаны в стандартах МЭК 60664-1:2020, 5.4.3.2 и МЭК 60364-4-44:2007, 442.2.2.

Вместо пиковых значений переменного тока можно использовать эквивалентные значения напряжения постоянного тока. Эквивалентное испытательное напряжение постоянного тока в 1,41 раза превышает среднее квадратическое значение напряжения переменного тока.

Дальнейшие условия испытаний соответствуют МЭК 60664-1 с учетом конкретных условий эксплуатации, указанных изготовителем транспортного средства.

Во время испытания не должно происходить ни пробоя диэлектрика, ни его воспламенения.

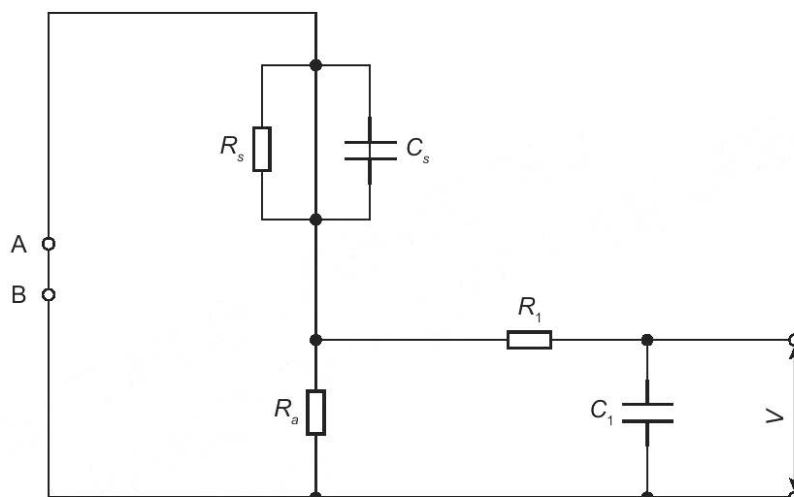
13.5 Измерение тока касания

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

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

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

Затем измеряют ток касания с помощью измерительной сети в соответствии с рисунком 1 (см. также МЭК 60990).



Обозначения:

A, B — клеммы измерительной цепи;

$R_s = 1,5 \text{ k}\Omega \pm 5 \%$;

$R_a = 500 \text{ }\Omega \pm 5 \%$;

$R_1 = 10 \text{ k}\Omega \pm 5 \%$;

$C_s = 0,22 \text{ мкФ} \pm 10 \%$;

$C_1 = 0,022 \text{ мкФ} \pm 10 \%$;

V — измеренное напряжение для расчета тока прикосновения.

Рисунок 4 — Схема измерения

Измеряют V_{rms} , которое является средним квадратическим значением напряжения V , см. рисунок 4. Для измерения напряжения используют прибор в соответствии с МЭК 60990:2016, приложение G. Ток касания, I_{rms} , рассчитывают по формуле

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{500 \text{ }\Omega}. \quad (1)$$

Испытание считается пройденным, если все токи прикосновения, измеренные в ходе испытания, не превышают заданных пределов. Считается также, что это соответствует требованиям, если ток прикосновения не может быть измерен из-за прекращения зарядки при отсоединении защитного провода.

Оборудование питания электромобиля может способствовать возникновению тока прикосновения величиной до 1 мА в соответствии с МЭК 62752.

После каждого отдельного испытания восстанавливают первоначальные условия эксплуатации без каких-либо неисправностей или повреждений.

Схема, 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 питания транспортного средства, должна быть отключена перед этим испытанием.

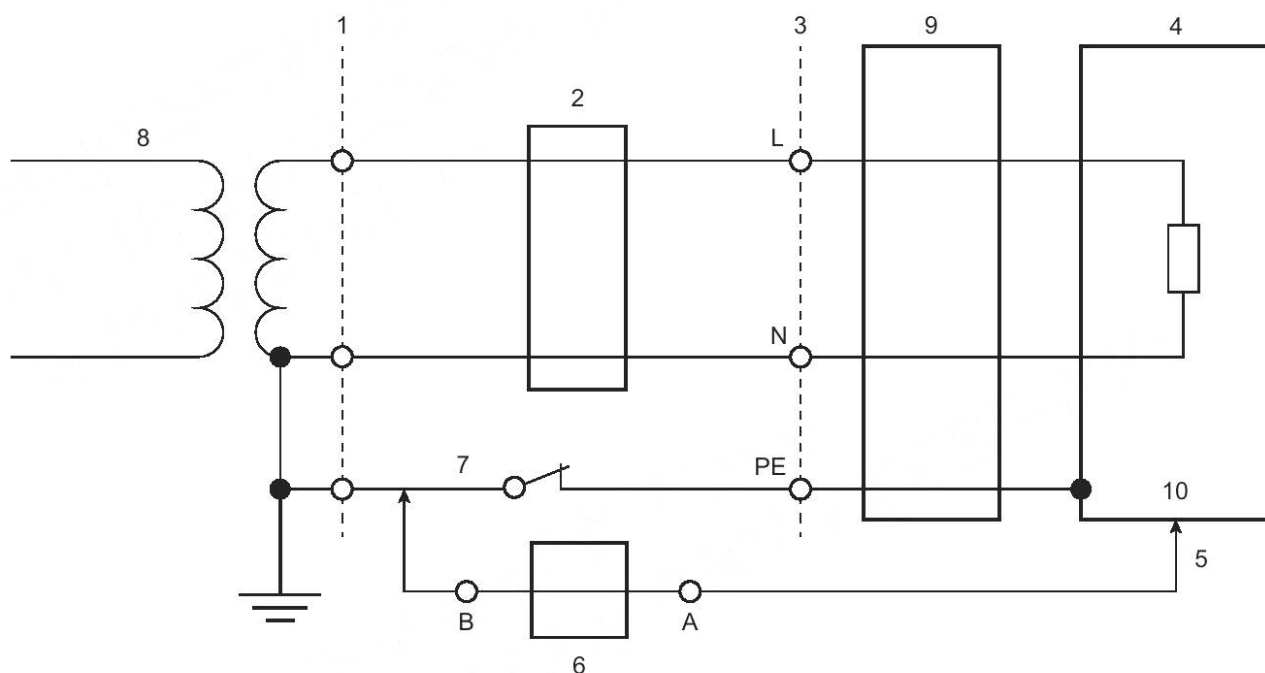
Если тестируемое устройство предназначено для подключения к однофазному источнику питания, оно подключается между фазой и нейтралью системы распределения питания с заземленной нейтралью (см. рисунок 5).

Если тестируемое устройство предназначено для подключения к трехфазному источнику питания, оно подключается к трехфазной системе распределения питания «звезда» с заземленной нейтралью (см. рисунок 6).

Использование испытательного трансформатора для изоляции необязательно. Для повышения безопасности используется испытательный трансформатор для изоляции и заземляется основная клемма защитного заземления тестируемого устройства. Затем учитывается любая емкостная утечка в

трансформаторе. В качестве альтернативы заземлению устройства при испытании вторичная обмотка испытательного трансформатора и испытываемое устройство могут оставаться плавающими (незаземленными), и в этом случае емкостная утечка в испытательном трансформаторе не должна приниматься во внимание.

Если испытательный трансформатор не используется, испытываемое устройство монтируют на изолирующей стенде и принимают соответствующие меры предосторожности, учитывая возможность того, что электрическое шасси и открытые токопроводящие части испытываемого устройства могут находиться под опасным напряжением.



Обозначения:

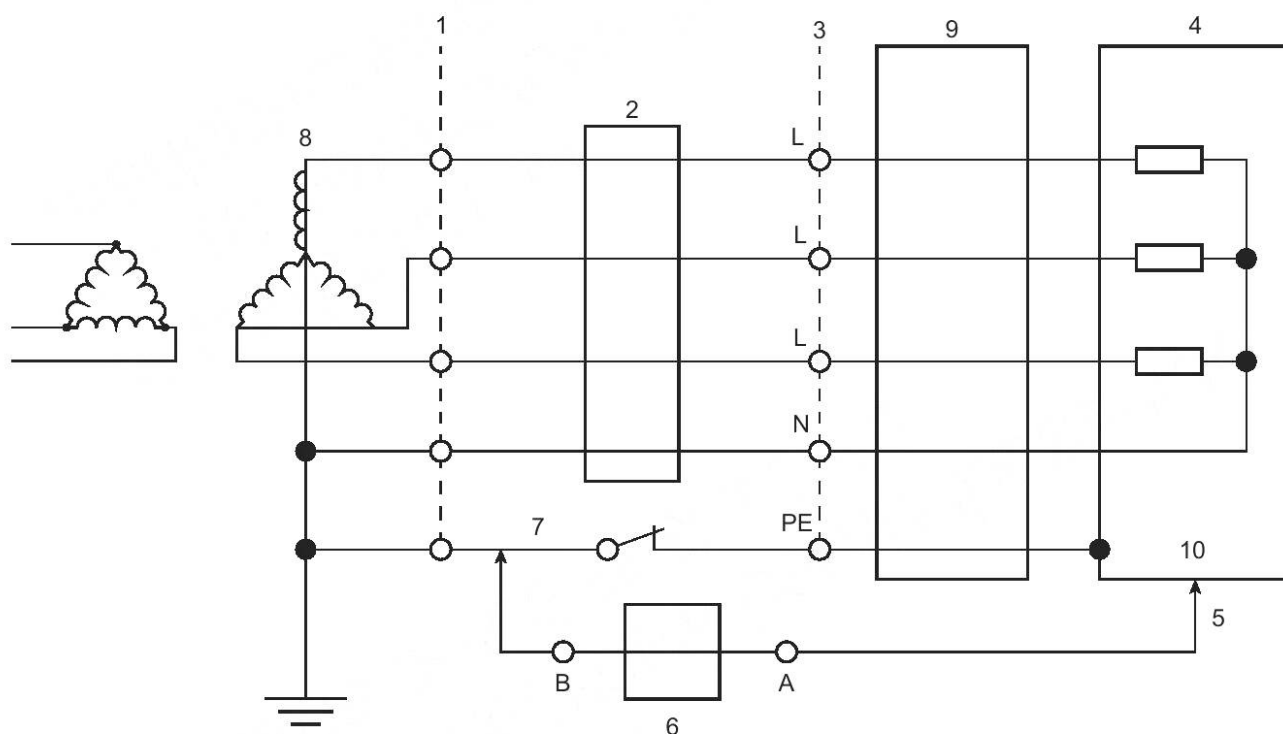
- 1 — подключение к внешнему источнику электропитания;
- 2 — переключатель полярности;
- 3 — подключение испытываемого устройства;
- 4 — испытываемое ограждающее устройство;
- 5 — испытательный зонд;
- 6 — измерительная схема;
- 7 — защитный проводник;
- 8 — внешний источник электропитания;
- 9 — устройство питания EV;
- 10 — тестируемое устройство;
- L — клемма линии;
- N — нейтральная клемма;
- PE — клемма защитного проводника;
- A, B — клеммы измерительной цепи.

Рисунок 5 — Пример тестовой установки для измерения тока прикосновения с однофазной системой TN при зарядке от сети переменного тока

Схема электроснабжения автомобиля работает при максимальной номинальной мощности, максимальной номинальной частоте и 110 % от максимального номинального напряжения при отключении защитного провода (защитный провод выключателя разомкнут, см. рисунки 5 и 6). Если для испытания невозможно использовать наилучшие условия внешнего источника электропитания, измерение может

быть выполнено при любом напряжении в диапазоне номинального напряжения, и результаты рассчитывают соответствующим образом.

Клемма В измерительной цепи подключена к защитному проводу измерительной установки. Клемма А измерительной цепи соединена с тестовым щупом, и тестовый щуп используется для подключения измерительной цепи к корпусу тестируемого устройства, см. рисунки 5 и 6. Измерение выполняют по всей поверхности тестируемого устройства. Непроводящие части корпуса тестируемого устройства покрыты металлической фольгой, которая подсоединена к клемме PE тестируемого устройства и клемме А измерительной цепи.



Обозначения:

- 1 — подключение к внешнему источнику электропитания;
- 2 — переключатель полярности;
- 3 — подключение испытываемого устройства;
- 4 — испытываемое ограждающее устройство;
- 5 — испытательный зонд;
- 6 — измерительная схема;
- 7 — защитный проводник;
- 8 — внешний источник электропитания;
- 9 — Устройство питания EV (за исключением режима 2, случай А);
- 10 — тестируемое устройство;
- L — клемма линии;
- N — нейтральная клемма;
- PE — клемма защитного проводника;
- А, В — клеммы измерительной цепи.

Рисунок 6 — Пример тестовой установки для измерения тока прикосновения с многофазной системой TN при зарядке от сети переменного тока

Испытание повторяется с обратной полярностью токоведущих проводов (см. переключатель полярности на рисунках 5 и 6) или с активированными аварийными выключателями (см. рисунки 5 и 6).

13.6 Испытание на пусковой ток

13.6.1 Общие положения

Соответствие проверяют путем измерения. Применяют следующие условия тестирования:

- а) напряжение питания ИСО — это номинальное напряжение тестируемого устройства;
- б) внешний источник питания имеет полное сопротивление системы питания (контурное сопротивление) не более 150 МОм;
- в) импеданс системы питания — это импеданс контура между соответствующими проводниками, находящимися под напряжением. Его измеряют в точке подключения тестируемого устройства к внешнему источнику питания в соответствии с IEC 60364-6;
- г) внешний источник питания является одним из следующих:
 - стационарная установка, коммутационное устройство для тестирования и тестовый кабель (например, кабельная сборка для корпуса В или корпуса С);
 - стационарная установка и оборудование для питания EV, включая тестовый кабель (например, кабельная сборка для корпуса В или корпуса С);
 - специальное испытательное устройство (например, устройство для проверки на короткое замыкание, трансформатор), коммутационное устройство для тестирования и испытательный кабель (например, кабельный узел для корпуса В или корпуса С). Это оборудование должно обладать достаточной потенциальной способностью выдерживать ток короткого замыкания, чтобы не влиять на величину пускового тока с течением времени в соответствии с сопротивлением контура 150 МОм (например, мощность 1,5 кА). Соответствие проверяют путем измерения падения напряжения на тестируемом устройстве после замыкания коммутационного устройства;
- д) если измеренное сопротивление системы питания составляет менее 150 МОм, можно использовать другой испытательный кабель (например, кабельный узел для корпуса В или корпуса С) для регулировки сопротивления контура до 150 МОм.

13.6.2 Измерение

Измерения выполняют на уровне транспортного средства или на уровне компонентов с соответствующими частями схемы питания транспортного средства. Тестируемое устройство эксплуатируется в нормальных условиях эксплуатации.

Измеряют напряжение внешнего источника электропитания. На тестируемое устройство подается пиковое напряжение с фазовым углом $90^\circ \pm 5^\circ$. Это условие может быть достигнуто, например, путем приведения в действие переключающего устройства оборудования питания EV.

Ток измеряют непрерывно в течение всего времени измерения.

Измеряют пиковое значение напряжения источника питания.

Если источник питания не обеспечивает номинальное напряжение тестируемого устройства, измерение может быть выполнено при любом напряжении в диапазоне номинального напряжения, и результаты рассчитываются соответствующим образом.

Если измерение повторяется, то между последовательными измерениями должно пройти достаточное время, чтобы обеспечить разрядку конденсаторов испытуемого устройства.

Требуемые пределы пускового тока для случая 1 и случая 2 в соответствии с пунктом 9.2 должны соблюдаться при сопротивлении системы питания не более 150 МОм.

Приложение А
(справочное)

Примеры принципиальных схем для различных конфигураций
зарядных устройств на борту электромобиля

A.1 Общие положения

В этом приложении приведены примеры принципиальных схем подключения зарядных устройств к вводу транспортного средства. Для автомобилей, которые предназначены для использования в случае А, заглушка EV заменяет ввод автомобиля.

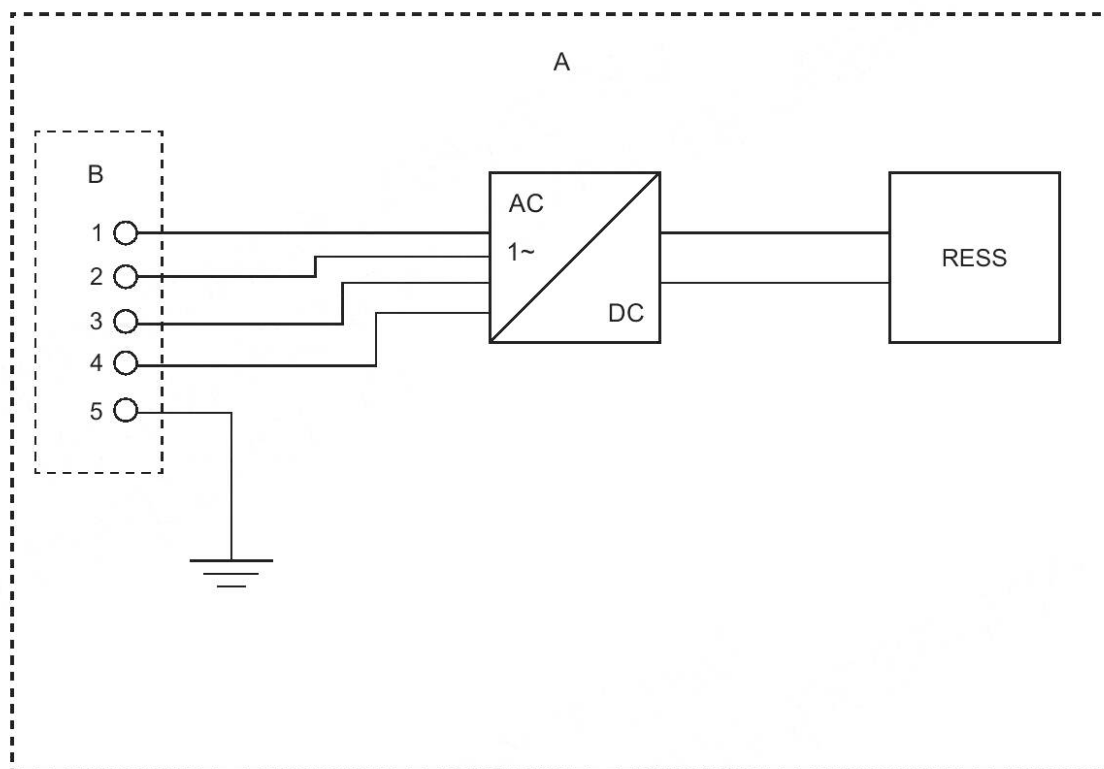
В нем содержится обзор соответствующих топологий транспортных средств, и его следует читать в сочетании с аналогичной информацией о топологиях инфраструктуры, которая может быть включена в стандарты зарядных станций.

В настоящем приложении контакты автомобильного разъема пронумерованы с использованием номеров позиций базового интерфейса в соответствии с МЭК 62196-1, см. таблицу А.1. В автомобильном соединителе типа 1 не реализованы номера позиций 2 и 3 базового интерфейса. Функции, которые приведены в стандартах серии МЭК 62196 для различных номеров позиций, намеренно не показаны в этой таблице, поскольку функция каждой позиции зависит от топологии инфраструктуры.

Т а б л и ц а А.1 — Эквивалентные номера позиций базовых интерфейсов и типов конфигураций

Номер позиции базового интерфейса	Номер позиции в соответствии с МЭК 62196-2:2022, таблица 201. Тип конфигурации 1	Номер позиции в соответствии с МЭК 62196-2:2022, таблица 202. Тип конфигурации 2 и 3
1	1	1
2	n.a.	2
3	n.a.	3
4	2	4
5	3	5

А.2 Подключение одного однофазного зарядного устройства



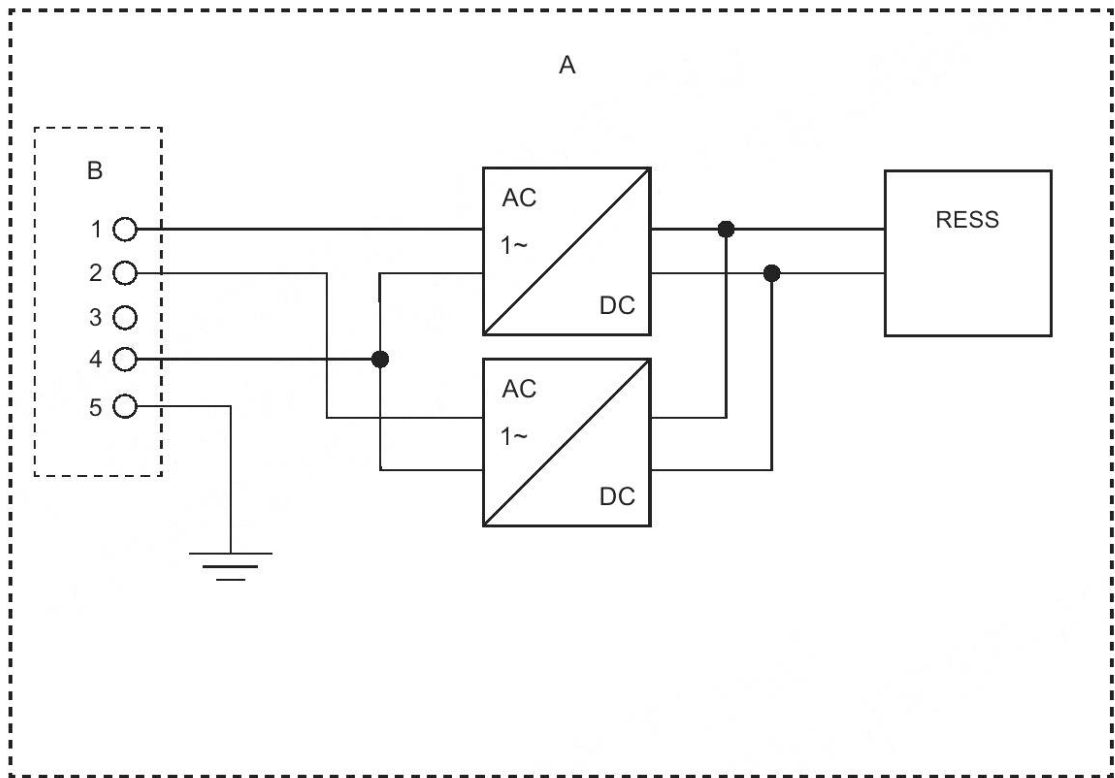
Обозначения:

- А — электромобиль;
- В — ввод транспортного средства;
- 1,2,3,4,5 — контакт с номером позиции базового интерфейса, см. таблицу А.1.

Рисунок А.1 — Подключение одного однофазного зарядного устройства

На рисунке А.1 показано типичное подключение одного однофазного зарядного устройства к однофазному или трехфазному вводу транспортного средства.

А.3 Подключение двух однофазных зарядных устройств



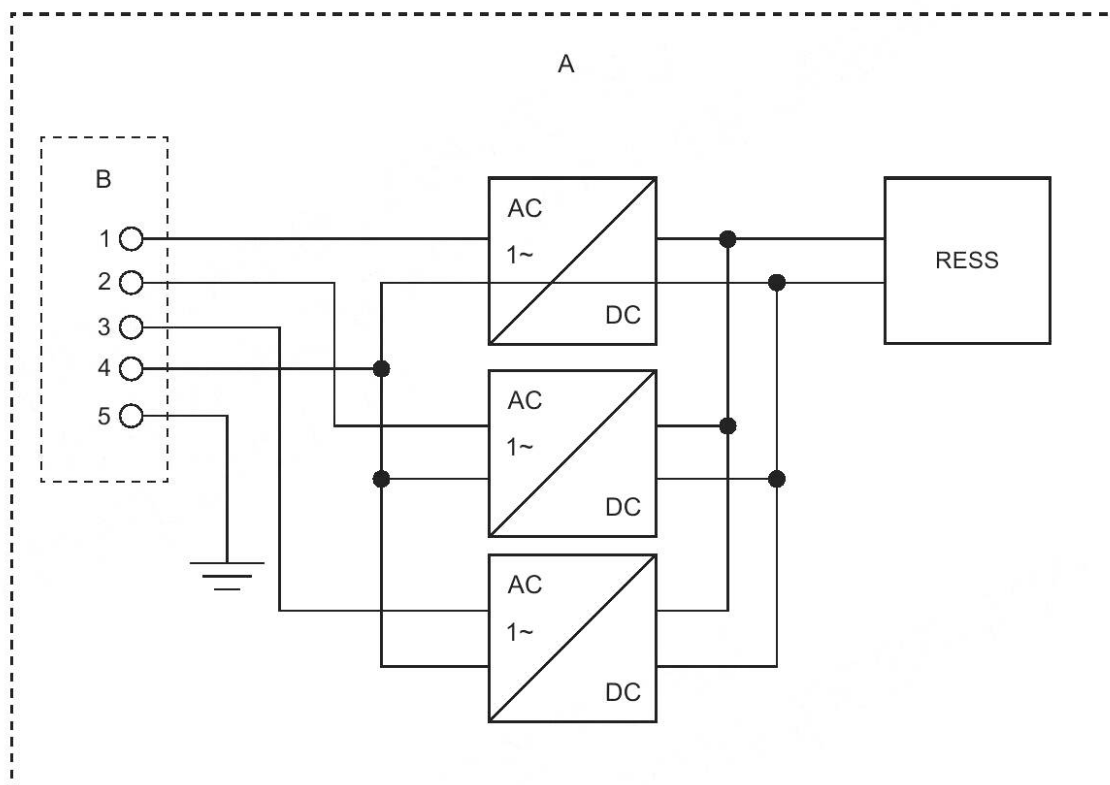
Обозначения:

- А — автомобиль;
- В — ввод транспортного средства;
- 1,2,3,4,5 — контакт с номером позиции базового интерфейса, см. таблицу А.1.

Рисунок А.2 — Подключение двух однофазных зарядных устройств

На рисунке А.2 показано типичное подключение двух однофазных зарядных устройств к однофазному или трехфазному вводу транспортного средства.

А.4 Подключение трех однофазных зарядных устройств



Обозначения:

А — электромобиль;

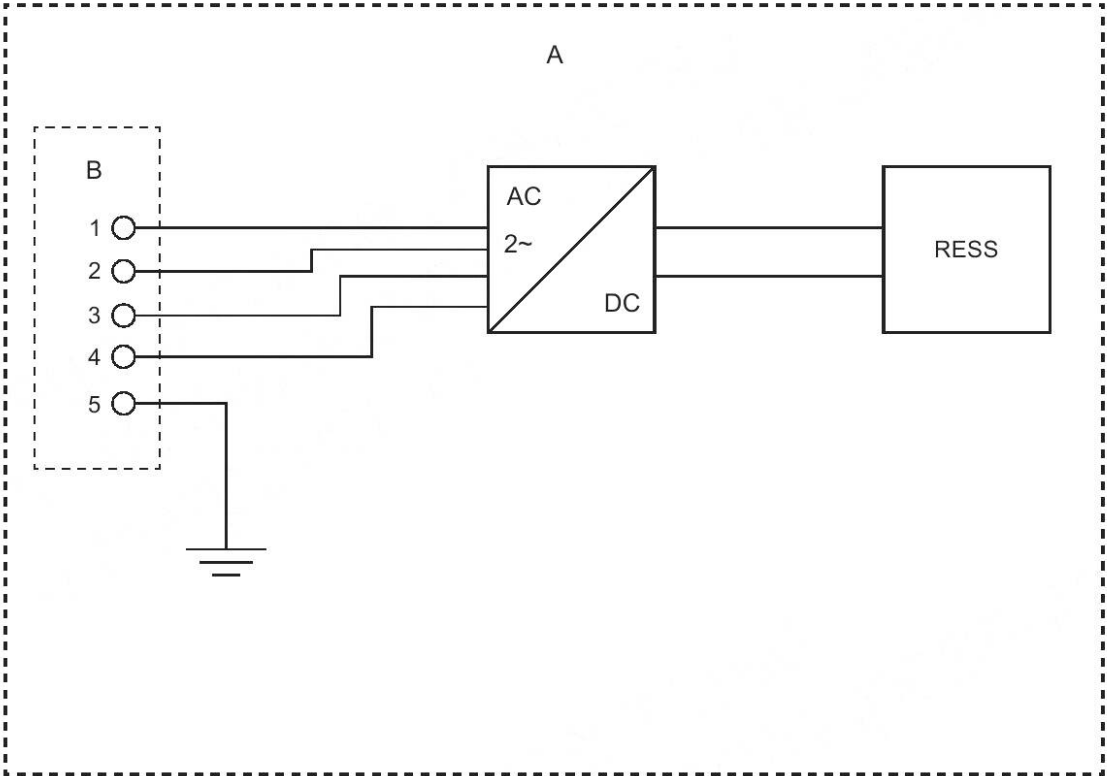
В — ввод транспортного средства;

1,2,3,4,5 — контакт с номером позиции базового интерфейса, см. таблицу А.1.

Рисунок А.3 — Подключение трех однофазных зарядных устройств

На рисунке А.3 показано типичное подключение трех однофазных зарядных устройств к однофазному или трехфазному вводу транспортного средства.

А.5 Подключение одного двухфазного зарядного устройства



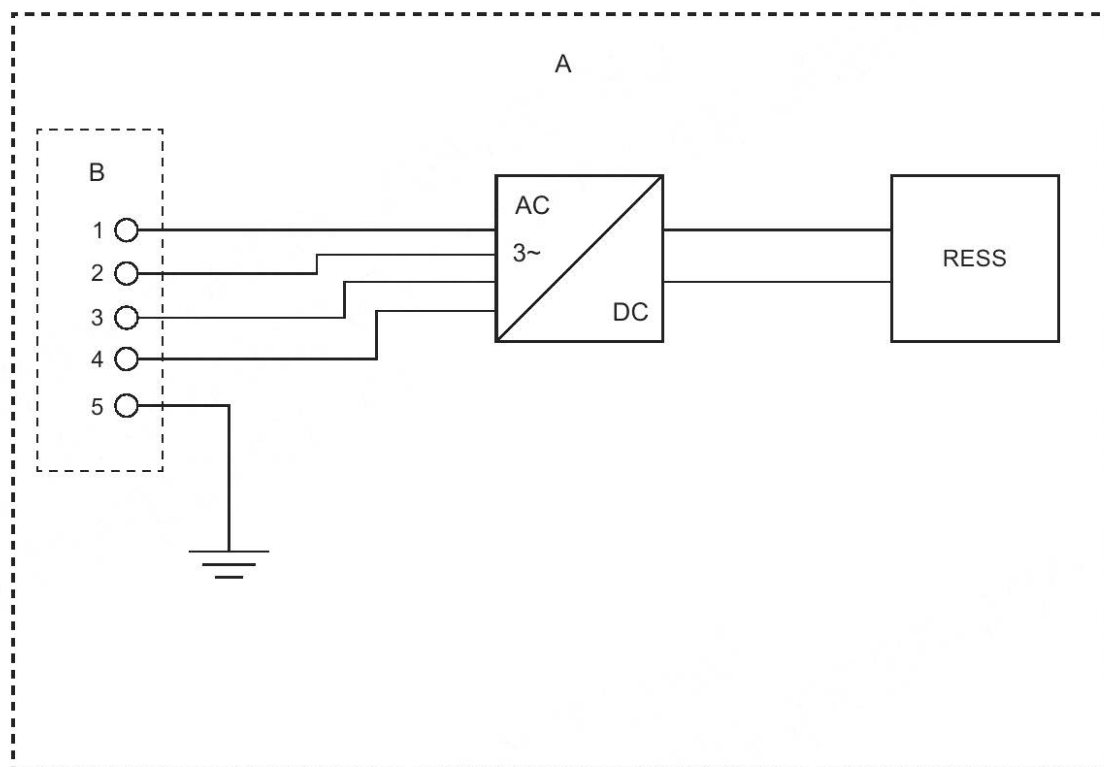
Обозначения:

- A — автомобиль;
- B — ввод транспортного средства;
- 1,2,3,4,5 — контакт с номером позиции базового интерфейса, см. таблицу А.1.

Рисунок А.4 — Подключение одного двухфазного зарядного устройства

На рисунке А.4 показано типичное подключение одного двухфазного зарядного устройства к трехфазному вводу транспортного средства.

A.6 Подключение одного трехфазного зарядного устройства



Обозначения:

- A — автомобиль;
- B — ввод транспортного средства;
- 1,2,3,4,5 — контакт с номером позиции базового интерфейса, см. таблицу A.1.

Рисунок A.5 — Подключение одного трехфазного зарядного устройства

На рисунке A.5 показано типичное подключение одного трехфазного зарядного устройства к трехфазному вводу транспортного средства.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов
национальным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального 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»
IEC 60038	IDT	ГОСТ 29322—2014 «Напряжения стандартные»
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 60364-8-82:2022	—	*
IEC 60664-1:2020	—	*
IEC 60898-1:2015	—	*
IEC 61851-1:2017	IDT	ГОСТ Р МЭК 61851-1—2013 «Система токопроводящей зарядки электромобилей. Часть 1. Общие требования»
IEC 62196 (all parts)	IDT	ГОСТ Р МЭК 62196-1—2013 «Вилки, штепсельные розетки, соединители и вводы для транспортных средств. Кондуктивная зарядка для электромобилей. Часть 1. Общие требования»
	IDT	ГОСТ IEC 62196-2—2018 «Вилки, штепсельные розетки, переносные розетки и вводы транспортных средств. Проводная зарядка электрических транспортных средств. Часть 2. Требования к совместимости и взаимозаменяемости размеров вспомогательного оборудования переменного тока со штырями и контактными гнездами»
ISO 15118 (all parts)	MOD	ГОСТ Р 58122—2018 «Транспорт дорожный. Интерфейс связи автомобиль — электрическая сеть Часть 1. Общая информация и определение случаев использования»
	MOD	ГОСТ Р 58123—2018 «Транспорт дорожный. Интерфейс связи автомобиль-электрическая сеть. Часть 2. Требования к протоколу сетевого и прикладного уровней»
IEC 60364-5-54	IDT	ГОСТ Р 50571.5.54—2013 «Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов»
* 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. П р и м е ч а н и е — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта: - IDT — идентичные стандарты; - MOD — модифицированные стандарты.		

Библиография

- [1] ISO 18246, Electrically propelled mopeds and motorcycles — Safety requirements for conductive connection to an external electric power supply (Мопеды и мотоциклы с электрическим приводом. Требования безопасности при токопроводящем подключении к внешнему источнику электропитания)
- [2] IEC Guide 116:2018, Guidelines for safety related risk assessment and risk reduction for low voltage equipment (Руководство по оценке рисков, связанных с безопасностью, и снижению рисков для низковольтного оборудования)
- [3] IEC 60050-131:2002, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 131: Circuit theory (Международный электротехнический словарь (IEV). Часть 131. Теория электрических цепей)
- [4] IEC 60050-195:2021, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 195: Earthing and protection against electric shock (Международный электротехнический словарь (IEV). Часть 195. Заземление и защита от поражения электрическим током)
- [5] IEC 60050-826:2004, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 826: Electrical installations (Международный электротехнический словарь (IEV) — Часть 826. Электроустановки)
- [6] IEC 60364-5-52, Low-voltage electrical installations — Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment — Wiring systems (Низковольтные электроустановки. Часть 5-52. Выбор и монтаж электрооборудования. Системы электропроводки)
- [7] IEC 60884-1, Plugs and socket-outlets for household and similar purposes — Part 1: General requirements (Вилки и розетки бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Общие требования)
- [8] IEC 60990:2016, Methods of measurements of touch current and protective conductor current (Методы измерения тока касания и тока защитного проводника)
- [9] IEC 61000-3-3, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 3-3: Limits — Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection (Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 3-3. Нормы. Ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера в общественных низковольтных системах электроснабжения для оборудования с номинальным током не более 16 А (в одной фазе), подключаемого к сети электропитания без особых условий)
- [10] IEC 61000-3-11, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 3-11: Limits — Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems — Equipment with rated current ≤ 75 A and subject to conditional connection (Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 3-11. Нормы. Ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера в общественных низковольтных системах электроснабжения для оборудования с номинальным током не более 75 А при соблюдении особых условий подключения)
- [11] IEC 61140:2016, Protection against electric shock — Common aspects for installation and equipment (Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования)
- [12] IEC 61851-21-1, Electric vehicle conductive charging system — Part 21-1: Electric vehicle on-board charger EMC requirements for conductive connection to AC/DC supply (Система зарядки электрических транспортных средств проводная. Часть 21-1. Требования электромагнитной совместимости для проводного подключения бортового зарядного устройства к источнику переменного/постоянного тока)
- [13] IEC 61851-23, Electric vehicle conductive charging system — Part 23: DC electric vehicle charging station (Система зарядки электрических транспортных средств проводная. Часть 23. Станция зарядки постоянным током)
- [14] IEC 62109-2:2011, Safety of power converters for use in photovoltaic power systems — Part 2: Particular requirements for inverters (Безопасность преобразователей энергии для использования в фотоэлектрических силовых системах. Часть 2. Частные требования к инвертерам)
- [15] IEC 62752, In-Cable Control and Protection Device for mode 2 charging of electric road vehicles (IC-CPD) (Кабельный блок управления и защиты для зарядки электромобилей в режиме 2 (IC-CPD))
- [16] IEC 62893-3, Cables for AC charging according to modes 1, 2 and 3 of IEC 61851-1 of rated voltages up to and including 450/750 V (Кабели для зарядки переменным током согласно режимам 1, 2 и 3 IEC 61851-1 на номинальное напряжение до 450/750 В включительно)

- [17] IEC 62955, Residual Direct Current Detecting Device (RDC-DD) to be used for Mode 3 charging of Electric Vehicle (Устройство обнаружения постоянного дифференциального тока (RDC-DD), используемое для зарядки электромобилей в режиме 3)
- [18] IEC 60364-4-44:2007, Low-voltage electrical installations — Part 4-44: Protection for safety — Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances (Низковольтные электроустановки. Часть 4-44. Защита для обеспечения безопасности. Защита от резких отклонений напряжения и электромагнитных возмущений)
- [19] IEC 60364-4-41:2005+AMD1:2017, Low-voltage electrical installations — Part 4-41: Protection for safety — Protection against electric shock (Электроустановки низковольтные. Часть 4-41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током)
- [20] IEC 60364-6, Low voltage electrical installations — Part 6: Verification (Низковольтные электроустановки. Часть 6. Проверка)
- [21] EN 50160, Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution networks (Характеристики напряжения электроэнергии, подаваемой по распределительным сетям общего пользования)
- [22] HD 60364-5-551:2010, Electrical installations of buildings — Part 5-55: Selection and erection of electrical equipment — Other equipment — Clause 551: Low-voltage generating setss (Электроустановки зданий. Часть 5-55. Выбор и монтаж электрооборудования. Прочее оборудование. Статья 551. Низковольтные генераторные установки)

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

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 08.11.2024. Подписано в печать 25.11.2024. Формат 60×84%. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,55.

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