ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72508.6— 2026/ ISO/PAS 5474-6:2025

ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА ДОРОЖНЫЕ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

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

Часть 6

Требования безопасности и функциональной совместимости для тяжелых транспортных средств в условиях беспроводной передачи энергии в магнитном поле

(ISO/PAS 5474-6:2025, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2026

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Национальной ассоциацией производителей источников тока «РУСБАТ» (Ассоциация «РУСБАТ») при участии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии документа, указанного в пункте 4

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

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 января 2026 г. № 24-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному документу ISO/PAS 5474-6:2025 «Транспортные средства дорожные с электрическим приводом. Функциональные требования и требования безопасности к передаче энергии между транспортным средством и внешней электрической цепью. Часть 6. Требования безопасности и функциональной совместимости для тяжелых транспортных средств в условиях беспроводной передачи энергии в магнитном поле» (ISO/PAS 5474-6:2025 «Electrically propelled road vehicles — Functional and safety requirements for power transfer between vehicle and external electric circuit — Part 6: Safety and interoperability requirements for heavy-duty vehicles in magnetic field wireless 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.

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© ISO, 2025
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2026

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Структура системы 3
5 Требования к условиям окружающей среды 4
6 Классификация 4
7 Требования к передаче энергии MF-WPT 4
7.1 Общие положения 4
7.2 Частота 5
7.3 Требования к выходной мощности 5
7.4 Требования к эффективности передачи энергии 5
7.5 Требования к выходному напряжению 5
7.6 Метод испытания передачи энергии MF-WPT 5
8 Требования к коммуникациям и работе MF-WPT 10
9 Требования к ЭМС 10
10 Требования безопасности 10
10.1 Защита в случае непреднамеренной передачи энергии 10
10.2 Защита от поражения электрическим током 10
10.3 Защита от термических инцидентов 11
10.4 Защита людей от электромагнитных воздействий 11
10.5 Защита от перегрева 12
11 Руководство по эксплуатации и маркировка 12
11.1 Руководство по эксплуатации 12
11.2 Маркировка 12
Приложение А (справочное) Многофазная катушка контрольной ЦЭП для MF-WPT 4/5 13
Приложение В (справочное) Двойная D-катушка контрольной ЦЭП для MF-WPT4/5 (статические/динамические) 18
Приложение С (справочное) Динамическая беспроводная передача энергии для большегрузных ЭДТС 23
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным и межгосударственным стандартам 25
Библиография 26

Введение

Настоящий стандарт определяет требования к бортовым компонентам систем беспроводной передачи энергии в большегрузных электрических дорожных транспортных средствах (ЭДТС). В нем содержатся требования по безопасности и рабочим характеристикам, а также рассматривается функциональная совместимость с внешними компонентами от разных изготовителей, например, для поддержки развития общественной инфраструктуры беспроводной зарядки. Несмотря на то, что сама технология хорошо известна, ее реализация в ЭДТС является новой и требует удовлетворения специфических требований автомобильной промышленности. Настоящий стандарт основан на ограниченном опыте серийной разработки и производства. Текущие и будущие разработки продуктов будут постоянно доказывать (и опровергать) применимость настоящего стандарта для дальнейшего улучшения содержания, особенно в отношении совместимости между системами различных изготовителей.

Бортовые системы, указанные в настоящем стандарте, предназначены для работы с внешними системами, удовлетворяющими требованиям соответствующих разделов серии МЭК 61980. Некоторые из этих стандартов в настоящее время находятся в разработке.

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 6

Требования безопасности и функциональной совместимости для тяжелых транспортных средств в условиях беспроводной передачи энергии в магнитном поле

Electrically propelled road vehicles. Functional and safety requirements for power transfer between vehicle and external electric circuit. Part 6. Safety and interoperability requirements for heavy-duty vehicles in magnetic field wireless power transfer

Дата введения — 2026—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на системы беспроводной передачи энергии (WPT) для большегрузных электрических дорожных транспортных средств (ЭДТС) с целью подачи электрической энергии для зарядки находящихся на борту силовых батарей.

Настоящий стандарт устанавливает общие требования безопасности, требования к передаваемой энергии и эффективности ее передачи, дорожному просвету ЭДТС, работе с ассоциированными внешними системами в различных условиях и независимо от изготовителя (интероперабельность), а также методы испытаний для бортового оборудования ЭДТС, обеспечивающего беспроводную передачу энергии магнитным полем (MF-WPT) от внешнего питающего оборудования.

Требования, установленные в настоящем стандарте, относятся к статичным (не в движении) и динамичным (в движении) применениям ЭДТС. Стандарт допускается применять к бортовым системам легковых или легких коммерческих ЭДТС.

Бортовые устройства ЭДТС, отвечающие требованиям настоящего стандарта, предназначены для работы с устройствами питания, которые соответствуют требованиям стандартов серии МЭК 61980.

В настоящем стандарте не рассматриваются множественные принимающие устройства (модульный подход для более высоких классов мощности).

Примечание — Динамическое применение показано в приложении С.

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, Electrically propelled road vehicles — Functional and safety requirements for power transfer between vehicle and external electric circuit — Part 1: General requirements for conductive power transfer (Электрические дорожные транспортные средства. Функциональные требования и требования безопасности для передачи энергии между транспортным средством и внешней электрической цепью. Часть 1. Общие требования к проводящей передаче энергии)

Издание официальное

ISO 6469-3:2021, Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 3: Electrical safety (Электрические дорожные транспортные средства. Технические условия. Часть 3. Электробезопасность)

ISO 20653, Road vehicles — Degrees of protection (IP code) — Protection of electrical equipment against foreign objects, water and access [Дорожные транспортные средства. Степени защиты (код IP). Защита электрооборудования от посторонних предметов, воды и доступа]

IEC 60664 (все части), Insulation coordination for equipment within low-voltage systems (Координация изоляции для оборудования в слаботочных системах)

IEC 61980-1:2020, Electric vehicle wireless power transfer (WPT) Systems — Part 1: General requirements [Системы беспроводной передачи энергии (WPT) ЭДТС. Часть 1. Общие требования]

IEC 61980-2, Electric vehicle wireless power transfer (WPT) Systems — Part 2: Specific requirements for MFWPT system communication and activities [Системы беспроводной передачи энергии (WPT) ЭДТС. Часть 2. Особые требования к связи и деятельности системы MFWPT]

ICNIRP 2010, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz — 100 kHz) [Рекомендации по ограничению воздействия изменяющихся во времени электрических и магнитных полей (1 Гц — 100 кГц)]

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:

- Электропедия МЭК: доступна на gost.e-ecolog.ru ;
- платформа онлайн-просмотра ИСО: доступна на gost.e-ecolog.ru .

3.1 **выравнивание** (alignment): Относительное положение принимающего устройства (3.16) по осям *X* и *Y* по отношению к передающему устройству (3.10) для заданного дорожного просвета (3.17) принимающего устройства.

3.2 **допуск зоны выравнивания** (alignment tolerance area): Рабочая зона предполагаемой беспроводной передачи энергии (WPT) (3.23) в направлениях *X* и *Y* для заданного дорожного просвета принимающего устройства (3.17).

3.3 **встроенный монтаж** (embedded mounting): Монтаж передающего устройства (3.10) таким образом, чтобы его верхняя крышка была заглублена (встроена) под дорожное покрытие.

3.4 **точка центрового выравнивания** (centre alignment point): Геометрический центр зоны выравнивания с учетом допуска (3.2).

3.5 э**лектрическое дорожное транспортное средство;** ЭДТС (electrically propelled vehicle EV): Транспортное средство с одним или несколькими электроприводами для его движения.

3.6 **устройство ЭДТС** (EV device): Сборка бортовых компонентов системы беспроводной передачи энергии (WPT) (3.24).

3.7 **силовая цепь электропитания ЭДТС**; СЦЭТ (EV power circuit EVPC): Бортовой компонент в сборе, включающий принимающее устройство (3.16), силовую электронику (3.8), а также электрические и механические соединения.

3.8 **силовая электроника ЭДТС** (EV power electronics): Бортовой компонент силовой электроники ЭДТС, преобразующий энергию и частоту от принимающего устройства (3.16) в выходную энергию постоянного тока силовой цепи (СЦЭТ) (3.7).

3.9 **магнитное поле WPT, система MF-WPT** (magnetic field WPT system, MF-WPT system): Система, использующая беспроводную передачу энергии от источника питания к электрической нагрузке через магнитное поле.

3.10 **передающее устройство** (primary device): Внешний компонент, который генерирует и формирует магнитное поле для беспроводной передачи энергии (WPT) (3.23).

3.11 **защищенная зона** (protection area): Объем внутри и вокруг ЭДТС, который имеет единые требования в отношении воздействия электромагнитных полей.

3.12 **нормированная выходная мощность** (rated output power): Максимальная мощность силовой цепи ЭДТС (СЦЭТ) (3.7), рассчитанная на стабильную подачу во время цикла зарядки.

3.13 **перезаряжаемая система аккумулирования электроэнергии;** ПСАЭ (rechargeable energy storage system RESS): Батарейная система, аккумулирующая энергию для подачи электрической энергии на электропривод.

3.14 **контрольная СЦЭТ** (reference EVPC): Силовая цепь (СЦЭТ) (3.7) ЭДПС, предназначенная для испытаний.

3.15 **контрольная цепь электропитания** (reference supply power circuit, reference SPC): Цепь электропитания для испытаний.

3.16 **принимающее устройство** (secondary device): Встроенный компонент, улавливающий магнитное поле.

3.17 **дорожный просвет принимающего устройства** (secondary device ground clearance): Расстояние по вертикали между поверхностью земли и самой нижней точкой вспомогательного устройства (3.16), включая корпус.

3.18 **устойчивое состояние** (steady state): Состояние системы, при котором все переменные состояния и выходные переменные остаются постоянными во времени, в то время как все входные переменные постоянны.

3.19 **устройство электропитания** (supply device): Сборка внешних компонентов системы беспроводной передачи энергии (WPT) (3.24).

3.20 **цепь электропитания;** ЦЭП (supply power circuit SPC): Сборка внешнего компонента, состоящая из передающего устройства (3.10) и питающей силовой электроники (3.21), а также электрических и механических соединений.

3.21 **питающая силовая электроника** (supply power electronics): Внешний компонент силовой электроники питания, преобразующий энергию и частоту от питающей сети в энергию и частоту, необходимые передающему устройству (3.10).

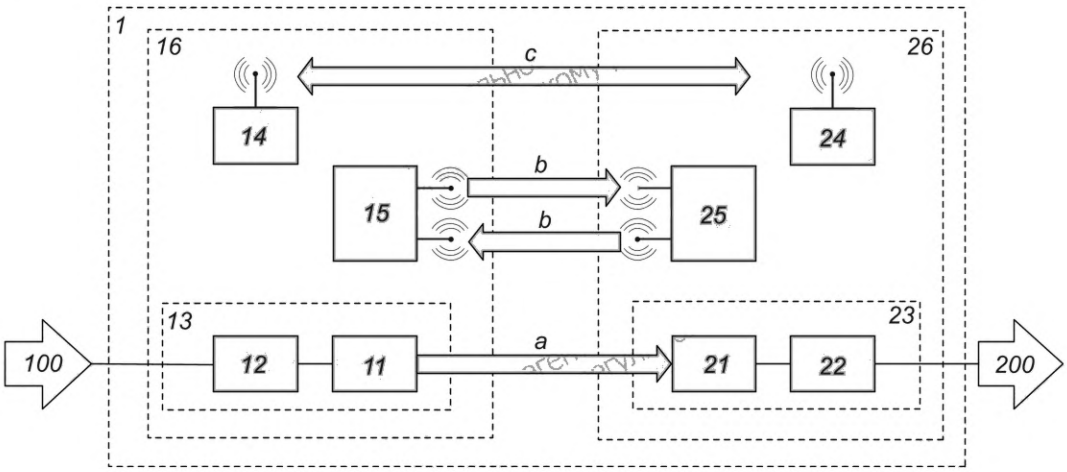
3.22 **класс напряжения B** (voltage class B): Классификация электрического компонента или цепи с максимальным рабочим напряжением (более 30 и не более 1000) В переменного тока (среднеквадратичное значение) или (более 60 и не более 1500) В постоянного тока, соответственно.

3.23 **беспроводная передача энергии;** WPT (wireless power transfer, WPT): Передача электрической энергии от источника питания к электрической нагрузке без гальванического соединения.

3.24 **система WPT** (WPT system): Система, содержащая все необходимые компоненты для беспроводной передачи энергии (WPT) (3.23) и управления.

4 Структура системы

Система MF-WPT структурирована по функциональным объектам. На рисунке 1 показана структура функциональных объектов в примере статической беспроводной системы.



1 — система MF-WPT; *11* — передающее устройство; *12* — питание силовой электроники; *13* — цепь электропитания; *14* — контроллер связи с оборудованием электропитания (SECC); *15* — контроллер питающего устройства P2PS; *16* — устройство электропитания; *21* — принимающее устройство; 22 — силовая электроника для ЭДТС; *23* — силовая цепь электропитания ЭДТС; *24* — контроллер связи ЭДТС (EVCC); *25* — контроллер P2PS устройства; *26* — устройство ЭДТС; *100* — сеть электропитания; *200* — ПСАЭ; *a* — беспроводной поток питания; *b* — беспроводной интерфейс P2PS; *c* — беспроводной интерфейс

Рисунок 1 — Пример структуры системы для статической беспроводной передачи энергии

5 Требования к условиям окружающей среды

Требования, изложенные в настоящем стандарте, должны выполняться в диапазоне условий окружающей среды, указанных заводом — изготовителем ЭДТС.

Экологические требования, предъявляемые к компоненту, зависят от его монтажного положения. Компонент должен выдерживать и сохранять степень своей защиты при типичных нагрузках и нагрузках, которым он подвергается в предполагаемом монтажном положении.

Компоненты ЭДТС, установленные на днище ЭДТС, должны иметь степень защиты IP6K7 и IP6K9K по ИСО 20653.

Примечание — Рекомендации см. в ИСО 16750, ИСО 21498 и ИСО 19453.

6 Классификация

В настоящем стандарте определены требования, которые относятся к следующим аспектам систем MF-WPT:

- безопасность системы;
- рабочие характеристики системы;
- функциональная совместимость.

Требования к безопасности и рабочим характеристикам системы актуальны и применимы к любой системе MF-WPT (включая специализированные решения от одного поставщика).

Требования к функциональной совместимости дополняют требования к безопасности и рабочим характеристикам, чтобы обеспечить совместимость устройства питания и устройства ЭДТС, предоставленного независимыми поставщиками. Совместимость между поставщиками проверяется с помощью контрольных ЦСП (в рассмотрении), как указано в настоящем стандарте.

Для учета этих конструктивных соображений были определены два класса совместимости:

- класс А: ЭДТС этого класса предназначены для функционально совместимого применения и должны соответствовать ряду требований безопасности и рабочих характеристик;
- класс В: ЭДТС этого класса не предназначены для функционально совместимого применения, но все же должны соответствовать ряду требований безопасности. Требования к рабочим характеристикам могут отличаться от требований совместимости класса А. ЭДТС этого класса испытывают с использованием цепей питания, указанных поставщиком.

7 Требования к передаче энергии MF-WPT

7.1 Общие положения

Поставщик должен указать номинальные условия СЦЭТ в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 — Номинальные условия СЦЭТ

Технические характеристики СЦЭТ		Класс совместимости А	Класс совместимости В
Рабочий диапазон частот		(79—90) кГц	(79—90) кГц, (19-21) кГц (TBD)
Дорожный просвет принимающего устройства		СЦЭТ в пределах 100 мм — 250 мм	Специфичные для СЦЭТ
Центральные точки выравнивания		Специфичные для СЦЭТ	
Область допуска выравнивания	направление *X*	±100 мм	Специфичные для СЦЭТ
	направление *Y*	±100 мм	Специфичные для СЦЭТ
Диапазон выходного напряжения		Специфичные для СЦЭТ классов напряжения А и В в соответствии с ИСО 6469-3	
Нормированная выходная мощность		Специфичные для СЦЭТ до 22 кВт (для MF-WPT4) Специфичные для СЦЭТ до 50 кВт (для MF-WPT5)	Специфичные для СЦЭТ

7.2 Частота

MF-WPT для ЭДТС с совместимостью класса А допускается для работы в диапазоне частот (79—90) кГц. Рабочая частота во время передачи энергии устанавливается питающим устройством на основе обмена информацией с устройством ЭДТС.

7.3 Требования к выходной мощности

СЦЭТ должна быть способна выдавать мощность, равную его нормированной выходной мощности при работе с цепью питания.

СЦЭТ должна поддерживать максимальную скорость наращивания мощности в цепи питания. Максимальная скорость наращивания мощности цепей питания для СЦЭТ установлена в МЭК 61980-4[1)].

7.4 Требования к эффективности передачи энергии

Эффективность передачи энергии — это отношение выходной энергии СЦЭТ (выход блока #23 на рисунке 1) к входной энергии питающей цепи (вход к блоку #13 на рисунке 1).

СЦЭТ должна поддерживать минимальную эффективность передачи энергии в соответствии с таблицей 2 при работе на нормированной выходной мощности с цепью питания.

СЦЭТ должна поддерживать минимальную эффективность передачи энергии в соответствии с таблицей 2 при работе на уровнях мощности ниже нормированной выходной мощности. Следует учитывать типичные подключения к местным сетям электроснабжения.

Таблица 2 — Минимальная эффективность передачи энергии для статического WPT

Выравнивание	Минимальная эффективность передачи энергии
Точка центровки	85 %
В пределах допуска области выравнивания	80 %

7.5 Требования к выходному напряжению

7.5.1 Требования к рабочим характеристикам при различных уровнях выходного напряжения

СЦЭТ должна удовлетворять требованиям 7.3 и 7.4 во всем диапазоне установленных напряжений при работе с питающей силовой цепью.

7.5.2 Пульсации напряжения и выбросы напряжения

Выброс выходного напряжения постоянного тока, пиковое напряжение и амплитуда пульсаций напряжения СЦЭТ должны быть согласованы между изготовителем ЭДТС и поставщиком с учетом влияния на ПСАЭ и другие бортовые компоненты.

Примечание — Контрольные ЦЭП (силовые цепи питания) показаны в приложениях А и В.

7.6 Метод испытания передачи энергии MF-WPT

7.6.1 Общие положения

В настоящем разделе описывается испытательная установка и процедура, которая должна применяться для проверки на соответствие требованиям.

7.6.2 Испытательная установка

7.6.2.1 Оборудование

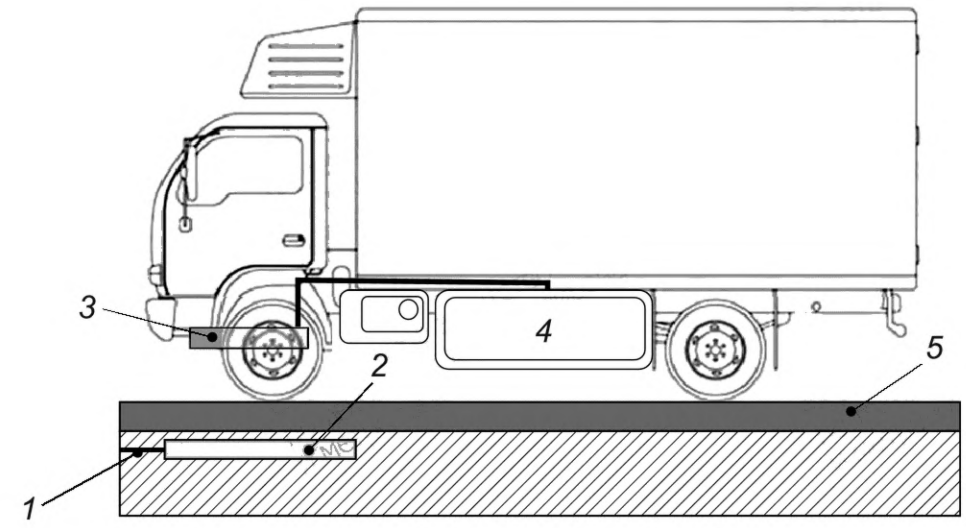
7.6.2.1.1 Общие положения

MF-WPT подвержена влиянию материалов в непосредственной близости, особенно структуры материала ЭДТС. Достоверные результаты испытаний могут быть достигнуты только в том случае, если воздействующие материалы ЭДТС адекватно представлены в испытательной установке. Это может быть достигнуто либо путем испытания на уровне ЭДТС, либо путем включения соответствующих частей ЭДТС при проведении испытаний на уровне компонентов.

7.6.2.1.2 Испытания на уровне ЭДТС

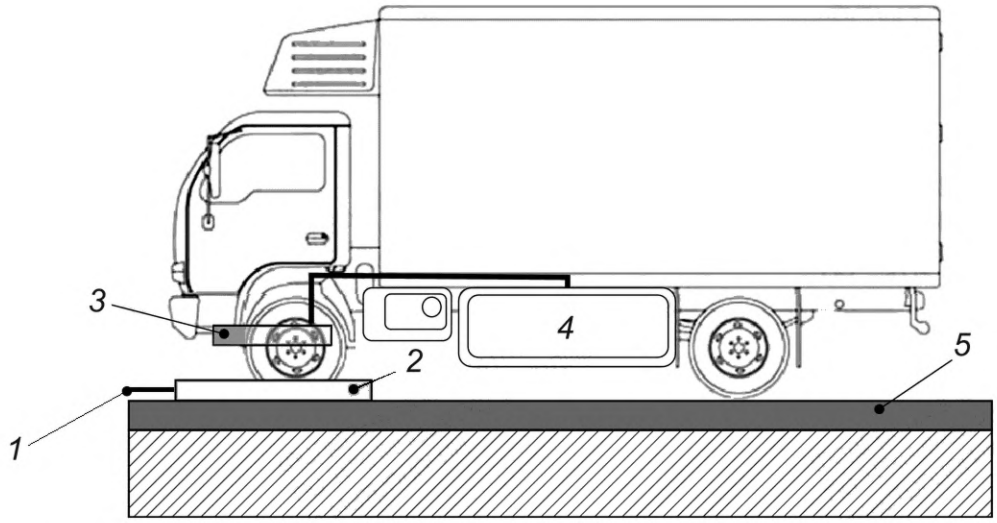
На рисунках 2 и 3 показан пример испытательной установки для испытания уровня ЭДТС.

[1)] В стадии подготовки. Стадия на момент публикации: IEC/CD 61980-4:2025.



1 — подключение к питающей сети; *2* — встроенная цепь питания при установке на соответствующей глубине; *3* — испытуемая СЦЭП; *4* — ПСАЭ или репрезентативная моделируемая нагрузка; *5* — земля

Рисунок 2 — Пример испытательной установки для измерения уровня ЭДТС (встроенное крепление)



1 — подключение к питающей сети; *2* — встроенная цепь питания при установке на соответствующей глубине; *3* — испытуемая СЦЭП; *4* — ПСАЭ или репрезентативная моделируемая нагрузка; *5* — земля

Рисунок 3 — Пример испытательной установки для измерения уровня ЭДТС (поверхностный монтаж)

СЦЭТ должна быть закреплена на ЭДТС в предполагаемом месте установки.

Примечание — Сюда входят положения всех компонентов СЦЭТ в случае, если они не находятся в пределах одного корпуса.

Нагрузка должна быть либо ПСАЭ, либо репрезентативной модельной нагрузкой постоянного тока.

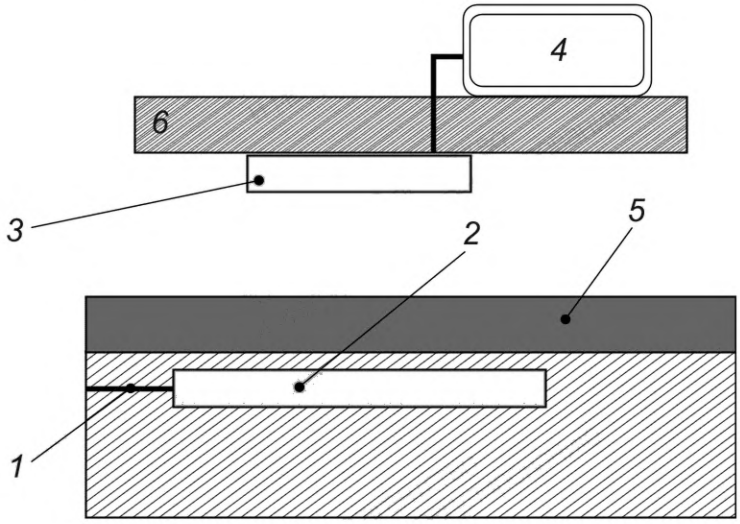
Цепи питания, которые следует использовать для испытания СЦЭТ, описаны в 7.6.2.2.

Юстировка должна изменяться в направлениях *x*, *y* и *z*, чтобы можно было проводить измерения в точках в соответствии с таблицей 3. Регулировка юстировки может быть реализована либо путем перемещения ЭДТС, либо перемещения цепи питания, либо перемещения того и другого.

Компоненты испытательного стенда и грунт не должны оказывать существенного влияния на MF-WPT. Вся испытательная установка также может быть поднята на высоту, исключающую потенциальное воздействие грунта.

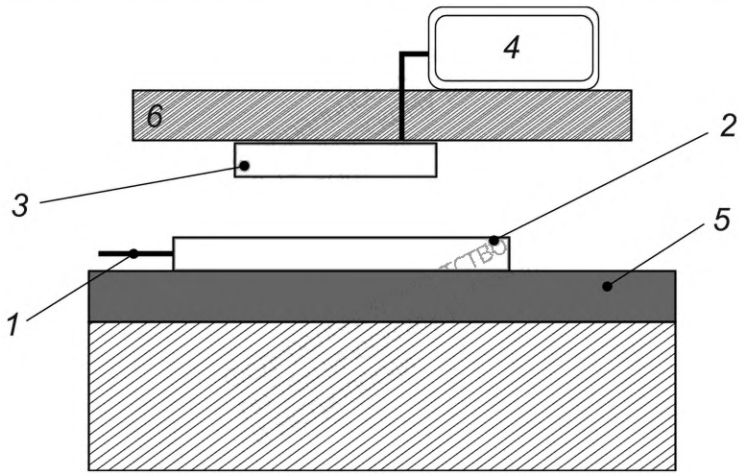
7.6.2.1.3 Испытания на уровне компонентов

В качестве альтернативы испытаниям на уровне ЭДТС, испытания допускается проводить на уровне компонентов. На рисунках 4 и 5 показан пример компонентов, необходимых для испытания MF-WPT в испытательной установке для испытания на уровне компонентов.



1 — подключение к питающей сети; *2* — силовая цепь питания; *3* — испытуемая СЦЭТ; *4* — груз; *5* — земля; *6* — имитатор ЭДТС

Рисунок 4 — Пример испытательной установки для испытания на уровне компонентов (встроенный монтаж)



1 — подключение к питающей сети; *2* — силовая цепь питания; *3* — испытуемая СЦЭТ; *4* — груз; *5* — земля; *6* — имитатор ЭДТС

Рисунок 5 — Пример испытательной установки для испытания на уровне компонентов (поверхностный монтаж)

По сравнению с испытанием на уровне ЭДТС вместо ЭДТС следует использовать имитацию ЭДТС.

Имитатор ЭДТС должен включать в себя все компоненты ЭДТС, на котором предполагается установить СЦЭТ, которые оказывают существенное влияние на MF-WPT. К ним относятся, например, экранирующие компоненты или металлические балки, подверженные воздействию магнитного поля.

7.6.2.2 Энергоснабжение цепей питания для испытаний

СЦЭТ совместимости класса А испытывают с использованием контрольных ЦЭП.

СЦЭТ совместимости класса В испытывают с использованием цепи питания, указанной и предоставленной поставщиком.

7.6.2.3 Условия испытания

Испытания проводят в следующих условиях:

- температура окружающей среды (20 ± 5) °С;
- система MF-WPT находится в устойчивом состоянии.

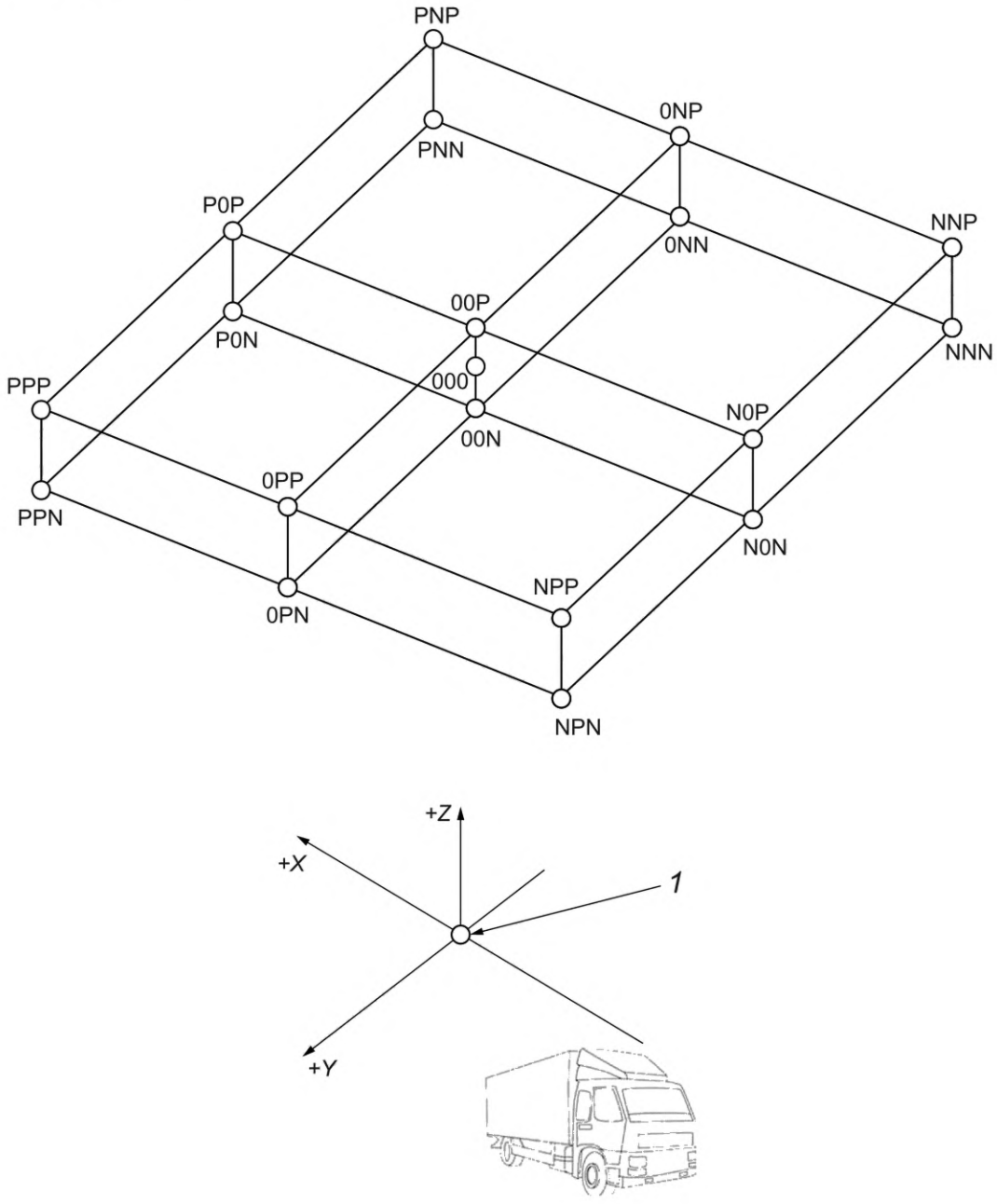
7.6.3 Процедура испытания

7.6.3.1 Общие положения

Измерения, описанные в 7.6.3.2—7.6.3.4, проводят в номинальных условиях, указанных поставщиком в соответствии с таблицей 1.

7.6.3.2 Точки выравнивания

Точки выравнивания для испытаний на соответствие требованиям изображены на рисунке 6 и в таблице 3. В одной из точек с максимальным смещением координат в направлениях *x* и *y* должны быть проведены дополнительные испытания или соответствующее моделирование при отклонении плюс 3° и минус 3°. Положительное направление угла отклонения — против часовой стрелки, отрицательное — по часовой стрелке вокруг центральной точки выравнивания, если смотреть сверху (в сторону отрицательного *z*-направления).



1 — точка выравнивания СЦЭТ

Рисунок 6 — Точки выравнивания

Примечание — Система координат по ИСО 4130, где направление движения ЭДТС находится в отрицательном направлении *X*.

Координаты точек выравнивания на рисунке 4 приведены в таблице 3, где:

- «макс.» — максимальный дорожный просвет принимающего устройства;
- «мин.» — минимальный дорожный просвет принимающего устройства; и
- «средний» — среднее значение максимального и минимального диапазона дорожного просвета принимающего устройства.

Таблица 3 — Точки выравнивания

Точка выравнивания, как показано на рисунке 5	*X*, мм	*Y*, мм	Диапазон дорожного просвета принимающего устройства
PPP	+100	+100	Макс.
PPN			Мин.
P0P		0	Макс.
P0N			Мин.
PNP		–100	Макс.
PNN			Мин.
0PP	0	+100	Макс.
0PN			Мин.
00P		0	Макс.
000			Средний
00N			Мин.
0NP		–100	Макс.
0NN			Мин.
NPP	–75	+100	Макс.
NPN			Мин.
N0P		0	Макс.
N0N			Мин.
NNP		–100	Макс.
NNN			Мин.

7.6.3.3 Выходная мощность и эффективность передачи энергии

В каждой точке центровки, описанной в 7.6.3.2, цепи питания в соответствии с 7.6.2.2 должны работать с входной мощностью MF-WPT, необходимой СЦЭТ для обеспечения его нормированной выходной мощности. Измерения проводят при следующих уровнях напряжения:

- минимальное напряжение диапазона выходных напряжений +50 % от диапазона выходных напряжений,
- максимальное напряжение диапазона выходных напряжений –10 % от диапазона выходных напряжений.

ПРИМЕР — Для диапазона выходного напряжения от 200 В до 400 В соответствующими уровнями напряжения являются 300 В и 380 В.

Для СЦЭТ совместимости класса А нормативные контрольные ЦЭП должны работать на частоте 85 кГц. В случае если требования к рабочим характеристикам не соблюдены, частота может быть отрегулирована в соответствии с диапазоном в 7.2.

Для СЦЭТ совместимости класса В питающая силовая цепь должна работать на частоте 85 кГц или (1921) кГц согласно диапазону в 7.2.

7.6.3.4 Выходное напряжение

Для проверки требований к выходному напряжению постоянного тока проводят следующее испытание.

Подключают СЦЭТ к ПСАЭ, как это используется в ЭДТС, для которого предназначена СЦЭТ.

СЦЭТ должна быть размещена в одной из точек центровки с максимальным отклонением. Увеличивают мощность от нуля до нормированной выходной мощности СЦЭТ с максимальной скоростью изменения согласно 7.3. Испытание считается пройденным, если выходное напряжение постоянного тока находится в пределах требований 7.6.2 в течение всей процедуры испытания.

8 Требования к коммуникациям и работе MF-WPT

Требования к взаимодействию в статическом WPT установлены в МЭК 61980-2. В соответствии с МЭК 61980-2 процесс работы MF-WPT моделируется в виде сеанса WPT, который организуется в виде последовательности действий.

Эти действия выполняют при поддержке связи между устройством ЭДТС и устройством питания, но также это подразумевают дополнительные требования к аппаратному обеспечению компонентов устройства ЭДТС, выходящие за рамки спецификаций в настоящем стандарте. Требования к устройству ЭДТС, связанные с выполнением работ, установлены в МЭК 61980-2. Устройство ЭДТС должно соответствовать применимым требованиям, установленным в МЭК 61980-2.

Требования к коммуникации в динамическом WPT установлены в IEC PAS 61980-6.

9 Требования к ЭМС

СЦЭТ должна соответствовать предельным значениям, описанным в МЭК 61980-1, при работе с питающим устройством.

Измерение следует проводить при наихудших условиях эксплуатации СЦЭТ.

10 Требования безопасности

10.1 Защита в случае непреднамеренной передачи энергии

Система MF-WPT должна рассматриваться как источник электроэнергии, который может быть обесточен.

Непреднамеренная передача энергии может реализоваться:

- при электропитании от несогласованного или неизвестного питающего устройства;
- электропитании от питающего устройства сверх запроса ЭДТС.

Когда требуется обесточить СЦЭТ, ЭДТС должно активировать средства, предотвращающие передачу электропитания питающим устройством.

Примерами таких средств являются:

- меры защиты от перезаряда ПСАЭ (например, реле разъединения);
- меры защиты от перегрузки по току СЦЭТ и ПСАЭ (например, реле разъединения);
- меры защиты от перенапряжения СЦЭТ (например, устройство защиты от аварийного короткого замыкания).

Соответствие проверяется проверкой.

Примечание — Спецификация по обнаружению и времени реакции устройства ЭДТС остается на усмотрение поставщика. Требования к времени реакции питающего устройства установлены в МЭК 61980-3.

10.2 Защита от поражения электрическим током

10.2.1 Общие положения

Настоящий раздел относится только к электрическим цепям ЭДТС класса В.

Проектирование и испытания для защиты от поражения электрическим током должны осуществляться в соответствии с ИСО 6469-3, если иное не указано в 10.2.

Устройство ЭДТС должно соответствовать требованиям по неподдерживаемой стойкости изоляции в соответствии с ИСО 6469-3:2021, 6.3.2.2.

Защита от поражения электрическим током должна осуществляться в соответствии с указаниями завода — изготовителя ЭДТС.

Примечание — Требования по электробезопасности после аварии установлены в ИСО 6469-4.

10.2.2 Координация изоляции

Координация изоляции должна учитывать максимальные внутренние рабочие напряжения и перенапряжения внутри ЭДТС. Должно быть реализовано одно из следующих условий:

- прочная конструкция, способная физически выдерживать возможные рабочие напряжения и перенапряжения;
- средства ограничения напряжений значениями, на которых основана координация изоляции компонентов.

Частота переменного тока в СЦЭТ, которая значительно превышает 50 Гц или 60 Гц, должна учитываться для координации изоляции, термостойкости используемых материалов и определения размеров активных частей и изоляции.

Зазор, путь утечки и твердая изоляция компонентов класса В и проводки должны быть рассчитаны в соответствии с применимыми разделами серии МЭК 60664.

10.3 Защита от термических инцидентов

10.3.1 Общие положения

Тепловые нагрузки на изоляцию и активные части ЭДТС должны учитывать:

- все возможные рабочие ситуации;
- отключение ЭДТС;
- непреднамеренные ситуации с передачей энергии.

10.3.2 Защита от перегрузки и короткого замыкания

Защита от перегрузки и короткого замыкания — по ИСО 6469-3.

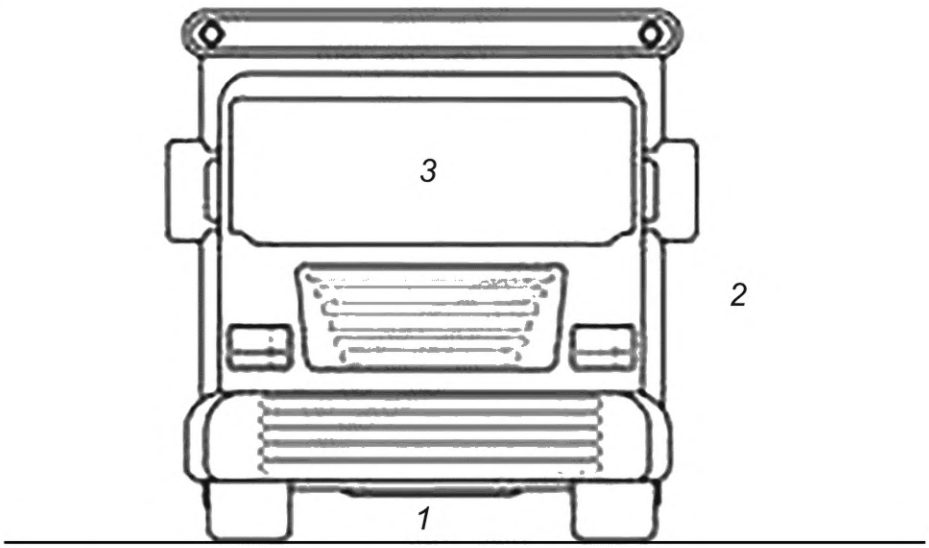
10.4 Защита людей от электромагнитных воздействий

10.4.1 Общие положения

В настоящем подразделе установлены требования по защите людей от воздействий, возникающих в результате наличия электромагнитных полей. Они включают в себя защиту от вредного воздействия электромагнитных полей и защиту функциональности сердечных имплантируемых электронных устройств (CIED).

10.4.2 Защищенные зоны

Пространство внутри, под и вокруг автомобиля разделено на три защитные зоны в соответствии с рисунком 7.



Защищенные зоны: *1* — зона под автомобилем; *2* — пространство вокруг ЭДТС; общественная зона сбоку, спереди, сзади и сверху автомобиля; *3* — салон автомобиля

Рисунок 7 — Защищенные зоны

10.4.3 Требования к защите людей от воздействия опасных электромагнитных полей

В защищенных зонах *2* и *3* люди не должны подвергаться воздействию электромагнитных полей, превышающих допустимые пределы, указанные в Руководящих принципах ICNIRP[1)] 2010 года.

Примечание — В защищенной зоне *1* ответственность за защиту от воздействия опасных электромагнитных полей лежит на питающем устройстве.

Должны быть соблюдены основные ограничения Руководства ICNIRP 2010 года, таблица 2, или контрольные уровни Руководства ICNIRP 2010 года, таблица 4.

10.4.4 Требования к защите функциональных возможностей кардиостимуляторов и имплантированных сердечных дефибрилляторов

Кардиостимуляторы и имплантированные сердечные дефибрилляторы должны оставаться полностью функциональными и работоспособными, когда магнитно-индуцированные напряжения в электронике кардиостимулятора в диапазоне от 3 кГц до 150 кГц составляют менее $V_{\text{макс.индуцированное СКЗ}} = \frac{3\sqrt{2}}{2} \cdot F$, мВ [например, 180,31 мВ СКЗ (среднеквадратичное значение) при 85 кГц], где F — частота, кГц. Эта формула основана на предположении, что напряжение индуцируется в выводную петлю площадью 225 см^2 и определяет пределы, которые должны быть соблюдены системами MF-WPT.

Примечание — Требования к кардиостимуляторам и имплантатам установлены в ИСО 14117.

Для упрощения и воспроизводимости измерений эти уровни индуцированного напряжения были переведены в консервативный усредненный магнитный поток 15,0 мкТл или напряженность магнитного поля 11,9 А/м (для частот от 79 кГц до 90 кГц) в плоскости площадью 225 см^2.

В защитных зонах *2* и *3* СЦЭТ должна соответствовать этим пределам при работе с питающей цепью в наихудших условиях эксплуатации.

10.5 Защита от перегрева

При необходимости должны быть предусмотрены средства для предотвращения перегрева компонентов ЭДТС из-за магнитного поля, создаваемого питающим устройством. Примерами средств защиты являются экранирование, тепловое зондирование или охлаждение.

Соответствие должно быть заявлено заводом — изготовителем ЭДТС.

11 Руководство по эксплуатации и маркировка

11.1 Руководство по эксплуатации

В руководство по эксплуатации должна быть включена следующая информация:

a) описание работы системы MF-WPT и расположение принимающего устройства на ЭДТС;

b) функциональные операции, которые должен выполнять пользователь;

c) особые меры предосторожности, требуемые операторами, носящими имплантированные кардиостимуляторы;

d) номинальные условия, указанные в таблице 1.

11.2 Маркировка

Маркировка компонентов и проводки класса B — по ИСО 6469-3.

[1)] *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection — Международная комиссия по защите от неионизирующего излучения.*

Приложение А
(справочное)

Многофазная катушка контрольной ЦЭП для MF-WPT 4/5

А.1 Многофазная катушка контрольной ЦЭП для MF-WPT4/MF-WPT5

А.1.1 Общие положения

В разделе А.1 описываются контрольные ЦЭП для классов MF-WPT4, MF-WPT5, по электропитанию Z классов Z1, Z2 и Z3.

А.1.2 Механические характеристики

На рисунке А.1 приведена общая схема передающего устройства, а на рисунке А.2 — его размеры. На рисунке А.1 показан вид механической конструкции передающего устройства с алюминиевой пластиной, расположенной внизу.

Передающее устройство может быть установлено над поверхностью земли, заподлицо с поверхностью земли или на глубине 50 мм от поверхности земли.

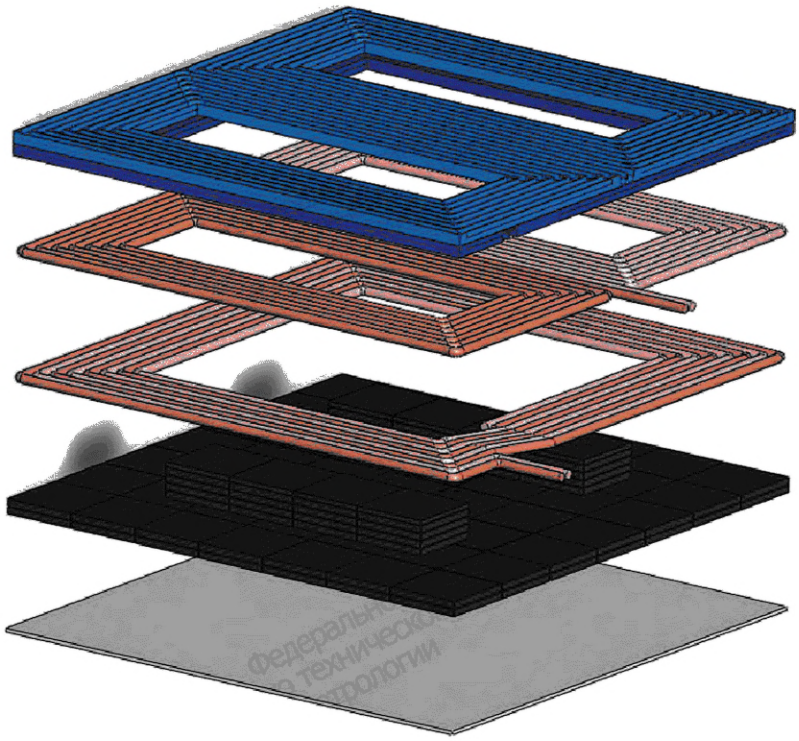


Рисунок А.1 — Общая схема контрольного передающего устройства MF-WPT4/MF-WPT5

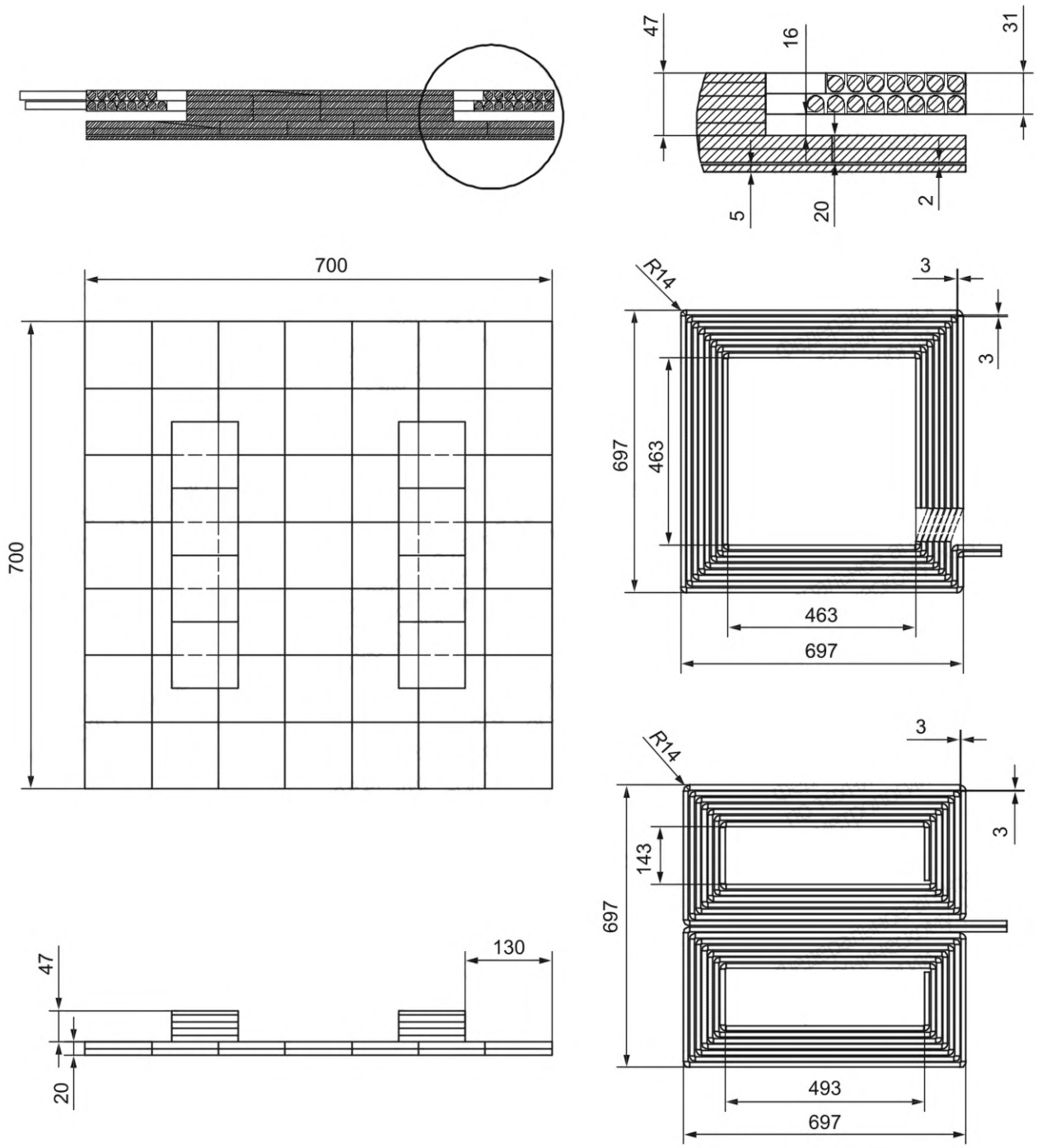


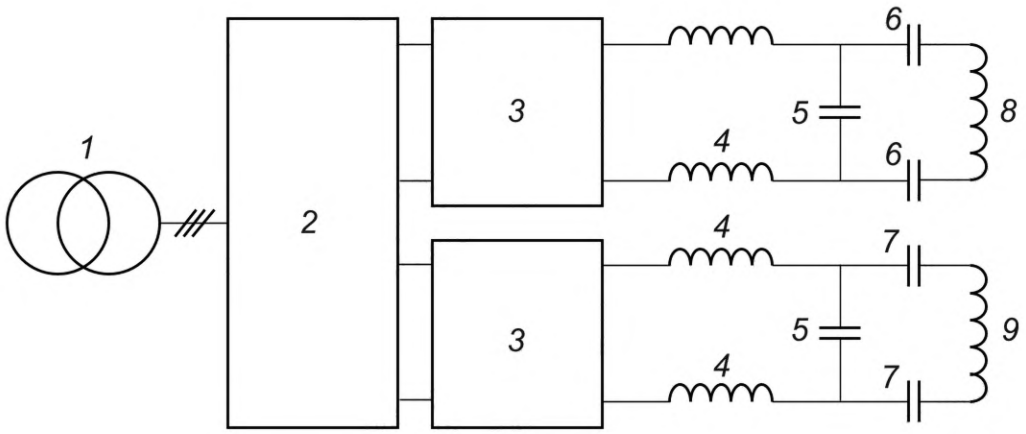
Рисунок А.2 — Размеры передающего контрольного устройства MF-WPT4/MF-WPT5

А.1.3 Электрические характеристики

На рисунке А.3 показана схема силовой электроники для контрольной ЦЭП для MF-WPT4/MF-WPT5. Эта цепь состоит из независимых цепей круглых катушек или двойных D-катушек и управляется независимой фазой в зависимости от режима работы.

В таблице А.1 приведены электрические характеристики контрольной ЦЭП для MF-WPT4/MF-WPT5.

В таблицах А.2 и А.3 показаны индуктивность катушки и связь *k* контрольной ЦЭП для MF-WPT4/MF-WPT5 (поверхностный монтаж).



1 — электрическая сеть; *2* — корректор коэффициента мощности (ККМ, преобразователь переменного тока в постоянный); *3* — полномостовой инвертор; *4* — согласующая индуктивность (индуктивность настройки, L_x); *5* — параллельная емкость (емкость параллельной настройки, C_x); *6* — последовательная емкость для компенсации круглой катушки; *7* — последовательная емкость для компенсации двойной D-катушки; *8* — передающая круглая катушка; *9* — передающая двойная D-катушка

Рисунок А.3 — Схема контрольной ЦЭП для MF-WPT4/MF-WPT5

Таблица А.1 — Значения элементов цепи и максимальные токи

Емкость круглой катушки #6, нФ	Емкость двойной D-катушки #7, нФ	Параллельная емкость #5, нФ	Согласующая индуктивность #4, мкГн	Диапазон напряжения ККМ, В	Макс. выходной ток ККМ, А	Макс. выходной ток инвертора ЦЭП, А (СКЗ)	Макс. ток передающей катушки, А (СКЗ)
64,2 (суммарно по последовательно соединенным — 32,1)	64,2 (суммарно по последовательно соединенным — 32,1)	34	5,1 (суммарно по последовательно соединенным — 10,2)	550~720	90	110 (батарея 750 В, повышенный режим)	110 (батарея 300 В, пониженный режим)

Таблица А.2 — Индуктивность передающей катушки каждой L (круговой и двойной D) в зависимости от Z-класса: поверхностный монтаж

Z-класс	СЦЭТ	Круглая катушка L мин. 8, мкГн	Круглая катушка L макс. 8, мкГн	Двойная D-катушка L мин. 9, мкГн	Двойная D-катушка L макс. 9, мкГн
WPT4/Z1	IEC PAS 61980-5	97,38	104,62	134,42	186,59
WPT4/Z2	IEC PAS 61980-5	98,66	108,46	125,50	202,43
WPT4/Z3	IEC PAS 61980-5	101,97	113,00	122,85	210,70
WPT5/Z1	IEC PAS 61980-5	104,29	113,56	141,66	207,53
WPT5/Z2	IEC PAS 61980-5	104,58	117,60	127,98	218,90
WPT5/Z3	IEC PAS 61980-5	104,57	121,75	124,24	224,20

Таблица А.3 — Сцепление k между передающей и принимающей катушками в зависимости от Z-класса: поверхностная установка

Z-класс	СЦЭТ	Круглая катушка k мин.	Круглая катушка k макс.	Двойная D-катушка k мин.	Двойная D-катушка k макс.
WPT4/Z1	IEC PAS 61980-5	0,23	0,31	1,29	1,36
WPT4/Z2	IEC PAS 61980-5	0,19	0,39	0,98	1,02
WPT4/Z3	IEC PAS 61980-5	0,17	0,49	0,88	0,92

Окончание таблицы А.3

Z-класс	СЦЭТ	Круглая катушка k мин.	Круглая катушка k макс.	Двойная D-катушка k мин.	Двойная D-катушка k макс.
WPT5/Z1	IEC PAS 61980-5	0,30	0,50	1,51	1,54
WPT5/Z2	IEC PAS 61980-5	0,24	0,58	1,21	1,24
WPT5/Z3	IEC PAS 61980-5	0,20	0,63	1,29	1,34

В таблицах А.4 и А.5 показаны индуктивность катушки и связь k контрольной ЦЭП для MF-WPT4/MF-WPT5 (скрытого монтажа).

Таблица А.4 — Индуктивность передающей катушки каждой L (круговой и двойной D) в зависимости от Z-класса: монтаж заподлицо

Z-класс	СЦЭТ	Круглая катушка L мин. 8, мкГн	Круглая катушка L макс. 8, мкГн	Двойная D-катушка L мин. 9, мкГн	Двойная D-катушка L макс. 9, мкГн
WPT4/Z1	IEC PAS 61980-5	102,18	103,38	120,62	126,28
WPT4/Z2	IEC PAS 61980-5	102,49	103,82	119,35	128,18
WPT4/Z3	IEC PAS 61980-5	103,08	104,54	118,98	129,52
WPT5/Z1	IEC PAS 61980-5	103,57	104,97	122,09	129,09
WPT5/Z2	IEC PAS 61980-5	103,53	105,61	120,13	130,46
WPT5/Z3	IEC PAS 61980-5	103,50	106,45	119,48	131,26

Таблица А.5 — Соединение k между передающей и принимающей катушками в зависимости от Z-класса: монтаж заподлицо

Z-класс	СЦЭТ	Круглая катушка k мин.	Круглая катушка k макс.	Двойная D-катушка k мин.	Двойная D-катушка k макс.
WPT4/Z1	IEC PAS 61980-5	0,13	0,19	1,28	1,29
WPT4/Z2	IEC PAS 61980-5	0,11	0,23	0,97	0,98
WPT4/Z3	IEC PAS 61980-5	0,10	0,26	0,88	0,89
WPT5/Z1	IEC PAS 61980-5	0,17	0,26	1,49	1,51
WPT5/Z2	IEC PAS 61980-5	0,13	0,29	1,20	1,22
WPT5/Z3	IEC PAS 61980-5	0,12	0,31	1,29	1,30

В таблицах А.6 и А.7 показаны индуктивность катушки и связь k контрольной ЦЭП для MF-WPT4/MF-WPT5 (скрытый монтаж).

Таблица А.6 — Индуктивность передающей катушки каждой L (круговой и двойной D) в зависимости от Z-класса: скрытый монтаж

Z-класс	СЦЭТ	Круглая катушка L мин. 8, мкГн	Круглая катушка L макс. 8, мкГн	Двойная D-катушка L мин. 9, мкГн	Двойная D-катушка L макс. 9, мкГн
WPT4/Z1	IEC PAS 61980-5	102,74	103,34	119,14	121,74
WPT4/Z2	IEC PAS 61980-5	102,92	103,45	118,53	122,64
WPT4/Z3	IEC PAS 61980-5	103,08	103,79	118,41	123,38
WPT5/Z1	IEC PAS 61980-5	103,45	104,25	120,00	123,20
WPT5/Z2	IEC PAS 61980-5	103,40	104,45	119,05	123,91
WPT5/Z3	IEC PAS 61980-5	103,35	104,95	118,76	124,37

Таблица А.7 — Муфта k между передающей и принимающей катушками в зависимости от Z-класса: скрытый монтаж

Z-класс	СЦЭТ	Круглая катушка k мин.	Круглая катушка k макс.	Двойная D-катушка k мин.	Двойная D-катушка k макс.
WPT4/Z1	IEC PAS 61980-5	0,10	0,15	1,27	1,28
WPT4/Z2	IEC PAS 61980-5	0,08	0,17	0,97	0,97
WPT4/Z3	IEC PAS 61980-5	0,08	0,19	0,87	0,88
WPT5/Z1	IEC PAS 61980-5	0,13	0,20	1,49	1,49
WPT5/Z2	IEC PAS 61980-5	0,10	0,22	1,20	1,21
WPT5/Z3	IEC PAS 61980-5	0,09	0,23	1,29	1,29

Приложение В
(справочное)

Двойная D-катушка контрольной ЦЭП для MF-WPT4/5 (статические/динамические)

В.1 Двойная D-катушка контрольной ЦЭП для MF-WPT4/5 (статического)

В.1.1 Общие положения

В разделе В.1 описываются рекомендуемые контрольные ЦЭП для MF-WPT4/5 по электропитанию Z классов Z1, Z2 и Z3 для статической беспроводной передачи энергии.

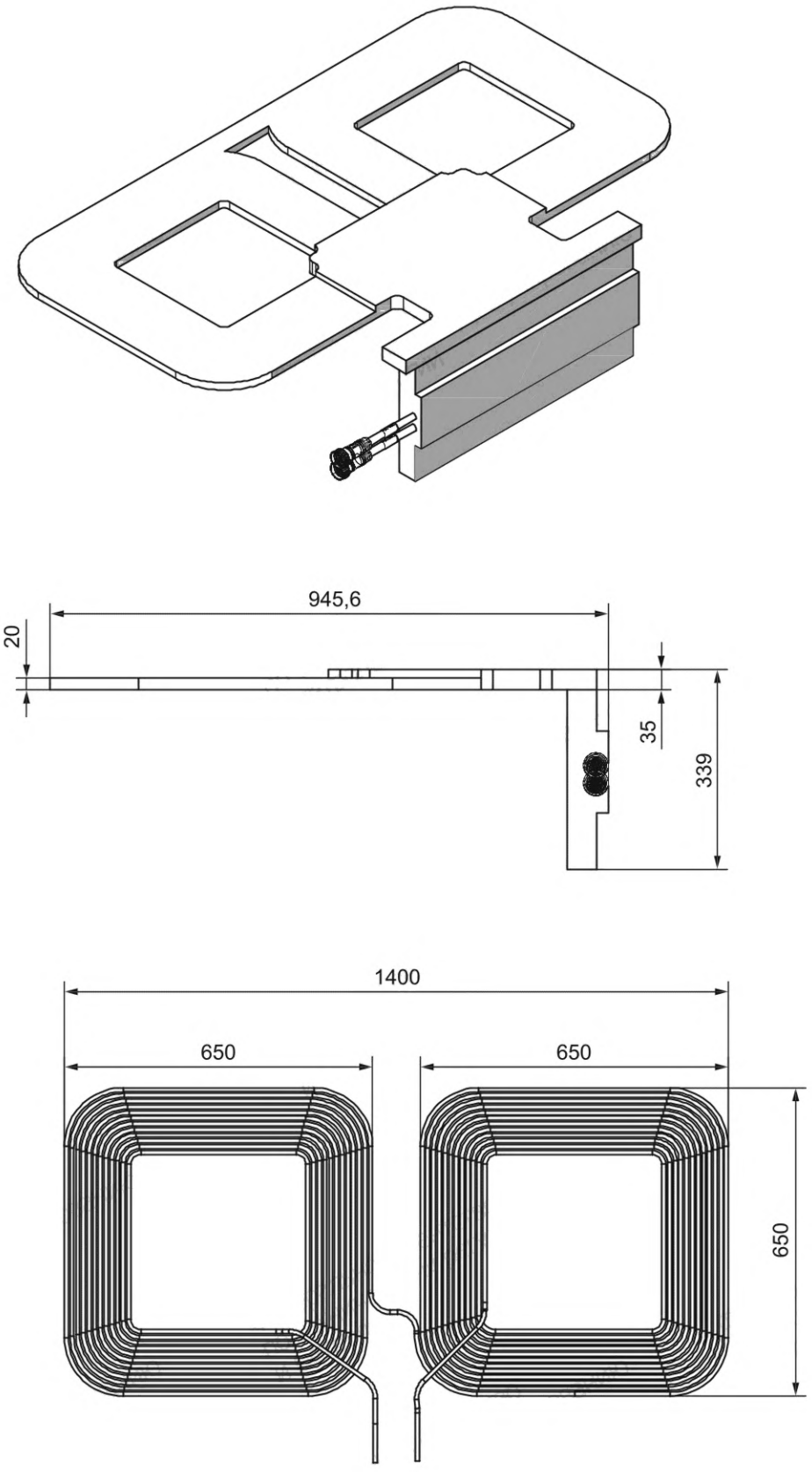
Точки центрового выравнивания контрольной ЦЭП для MF-WPT4/5, описанные в В.1, составляют 0 мм в направлении *X* (направление движения) и 0 мм в направлении *Y* (боковое направление) по отношению к геометрическому центру катушек (см. рисунок В.1) передающего устройства при сопряжении с любыми принимающими устройствами, перечисленными выше.

Нормированная входная мощность контрольных ЦЭП для MF-WPT4 составляет 25 кВт, MF-WPT5 — 60 кВт. Контрольные ЦЭП должны работать в диапазоне частот системы от 79,00 кГц до 90,00 кГц.

Предлагаемая ЦЭП, как правило, встраивается на расстоянии от поверхности дороги (70—120) мм (Z_{RS}-класс 3). Она может обеспечивать электропитание СЦЭТ при дорожном просвете от 100 мм до 250 мм (Z1, Z2, Z3) при эксплуатации с СЦЭТ, перечисленных в В.1.1.

В.1.2 Механические характеристики

На рисунке В.1 показаны общая схема и размеры контрольного передающего устройства MF-WPT4/5.



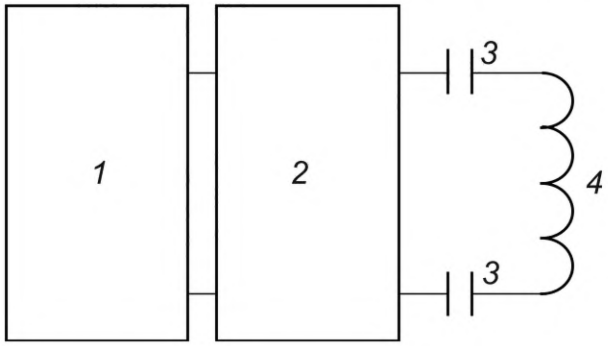
Примечание — Стрелка указывает направление движения.

Рисунок В.1 — Общая схема контрольной ЦЭП для MF-WPT4/5 и ее размеры

Механическая конфигурация передающего контрольного устройства MF-WPT4/5 включает катушку на 12 витков с воздушным сердечником, охватывающую катушку шириной 140 мм. Для применения в качестве ЦЭП для WPT4 рекомендуется использовать литцевую проволоку диаметром не менее 6 мм, для применения в качестве ЦЭП для WPT5 — диаметром не менее 8 мм.

B.1.3 Электрооборудование

На рисунке B.2 показана схема силовой электроники для контрольной ЦЭП для MF-WPT4/5.



1 — корректор коэффициента мощности (ККМ, преобразователь AC-DC); *2* — высокочастотный инвертор; *3* — последовательная подстроечная емкость; *4* — катушка передатчика

Рисунок B.2 — Схема контрольной ЦЭП для MF-WPT4/5

В конфигурации с несколькими зарядными устройствами к общему ККМ могут быть подключены несколько высокочастотных мощных инверторов.

Таблица B.1 — Значения элементов цепи, магнитные свойства и ток катушки ЦЭП

Подстроечный конденсатор	Индуктивность, мкГн	Соединение	Ток катушки WPT 4	Ток катушки WPT 5
27 нФ	235—258	0,108—0,191	90 А (СКЗ)	100 А (СКЗ)

Магнитные свойства и максимальный ток катушки контрольной ЦЭП для MF-WPT4/5 (при использовании в сочетании с контрольной СЦЭТ) приведены в таблице B.1. Значения получаются при применении алюминиевого щита, равного 1200 мм × 700 мм × 1 мм у приемника.

Поскольку контрольная СЦЭТ состоит из двух независимых катушек, существуют два значения для соединения. Здесь приведено более высокое значение.

B.2 Двойная D-катушка контрольной ЦЭП для MF-WPT4/5 (динамического)

B.2.1 Общие положения

В разделе B.2 описывается предложение контрольных ЦЭП для MF-WPT5 для обеспечения Z классов Z1, Z2 и Z3 для динамической беспроводной передачи энергии.

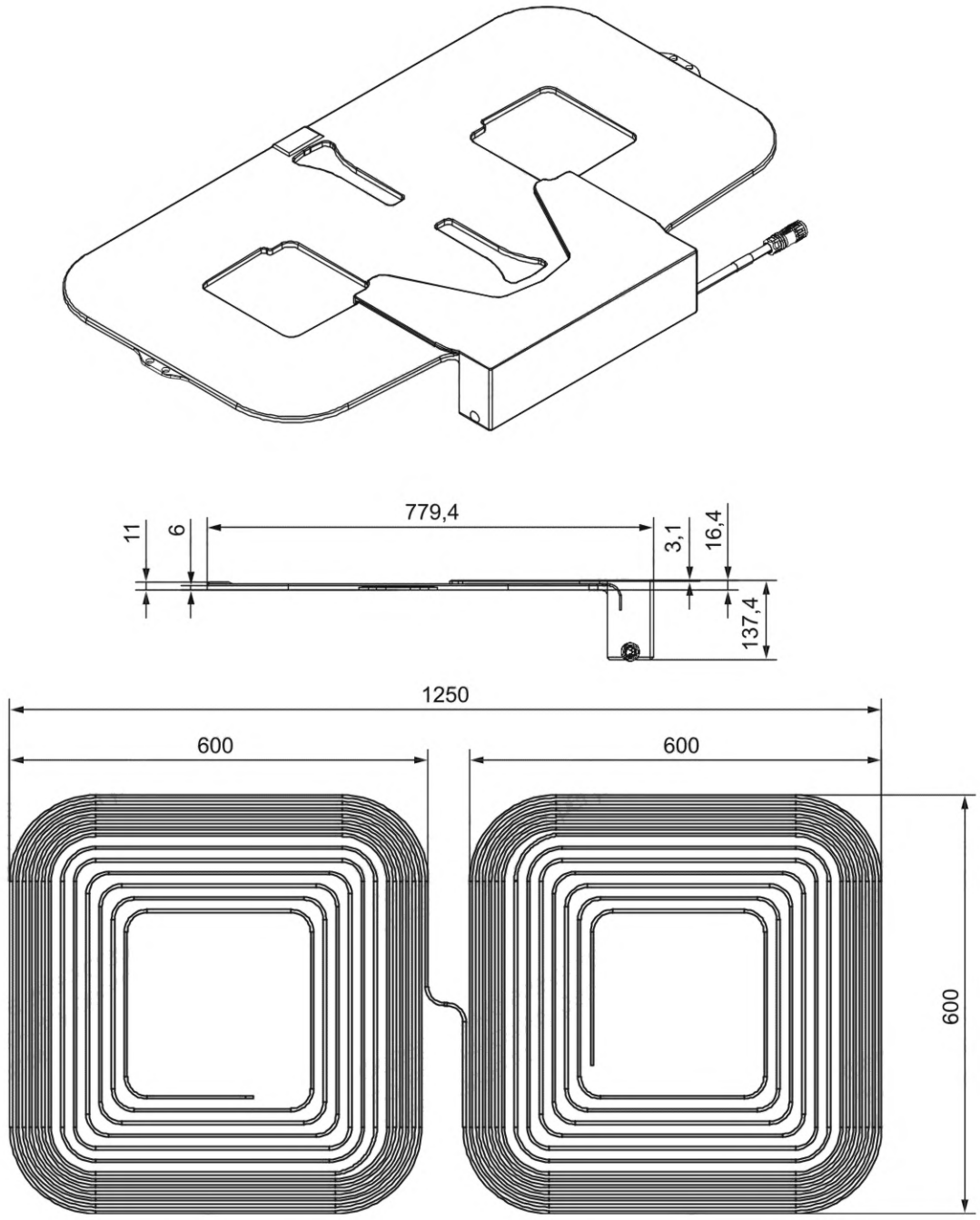
Точки центрового выравнивания контрольной ЦЭП для MF-WPT5, описанные в B.1, находятся на расстоянии 0 мм в направлении *X* (направление движения) и 0 мм в направлении *Y* (в поперечном направлении) по отношению к геометрическому центру катушек (см. рисунок B.2) передающего устройства при сопряжении с любыми принимающими устройствами, перечисленными выше.

Нормированная входная мощность контрольных ЦЭП для MF-WPT5 составляет 60 кВт. Контрольные ЦЭП должны работать в диапазоне частот системы от 79,00 кГц до 90,00 кГц.

Предлагаемая ЦЭП, как правило, встраивается на расстоянии от поверхности дороги (70—120) мм (Z_{RS}-класс 3). Она может питать СЦЭТ при дорожном просвете от 100 мм до 250 мм (Z1, Z2, Z3) при работе с СЦЭТ.

B.2.2 Механические параметры

На рисунке B.3 показаны общая схема и размеры контрольного передающего устройства MF-WPT5.



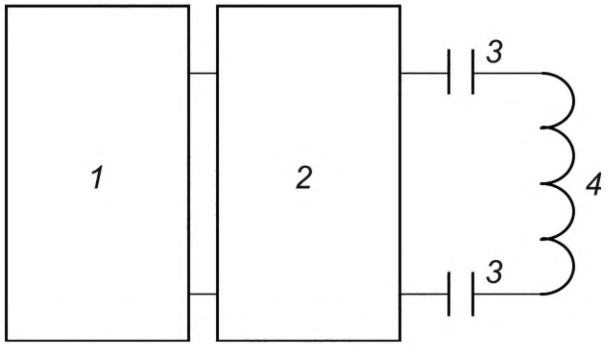
Примечание — Стрелка указывает направление движения.

Рисунок В.3 — Общая схема контрольной ЦЭП для MF-WPT5 и ее размеры. Стрелка указывает направление движения

Механическая конфигурация передающего контрольного устройства MF-WPT5 включает катушку на 13 витков с воздушным сердечником, охватывающую катушку шириной 170 мм. Для применения в качестве ЦЭП WPT5 рекомендуется диаметр литцевой проволоки не менее 4 мм. В зависимости от типа работы (например, при длительной зарядке, полудинамической зарядке) рекомендуется использовать литцевый провод большего сечения.

В.2.3 Электрооборудование

На рисунке В.4 показана схема силовой электроники для контрольной ЦЭП для MF-WPT4/5.



1 — корректор коэффициента мощности (ККМ, преобразователь AC-DC); *2* — высокочастотный инвертор; *3* — последовательная подстроечная емкость; *4* — катушка передатчика

Рисунок В.4 — Схема контрольной ЦЭП для MF-WPT4/5

В типичной конфигурации динамической беспроводной передачи энергии (электрическая дорожная система) несколько высокочастотных инверторов энергии подключают к общей шине постоянного тока, обеспечиваемой блоками ККМ.

Таблица В.2 — Значения элементов цепи, магнитные свойства и ток катушки ЦЭП

Подстроечный конденсатор	Индуктивность, мкГн	Соединение	Ток катушки WPT 4, А (СКЗ)	Ток катушки WPT 5, А (СКЗ)
28 нФ	217—249	0,104—0,137	90	120

Магнитные свойства и максимальный ток катушки контрольной ЦЭП для MF-WPT5 (при использовании в сочетании с контрольной СЦЭТ) приведены в таблице В.2. Значения получаются при применении алюминиевого щита размером 1200 мм × 700 мм × 1 мм у приемника.

Приложение С
(справочное)

Динамическая беспроводная передача энергии для большегрузных ЭДТС

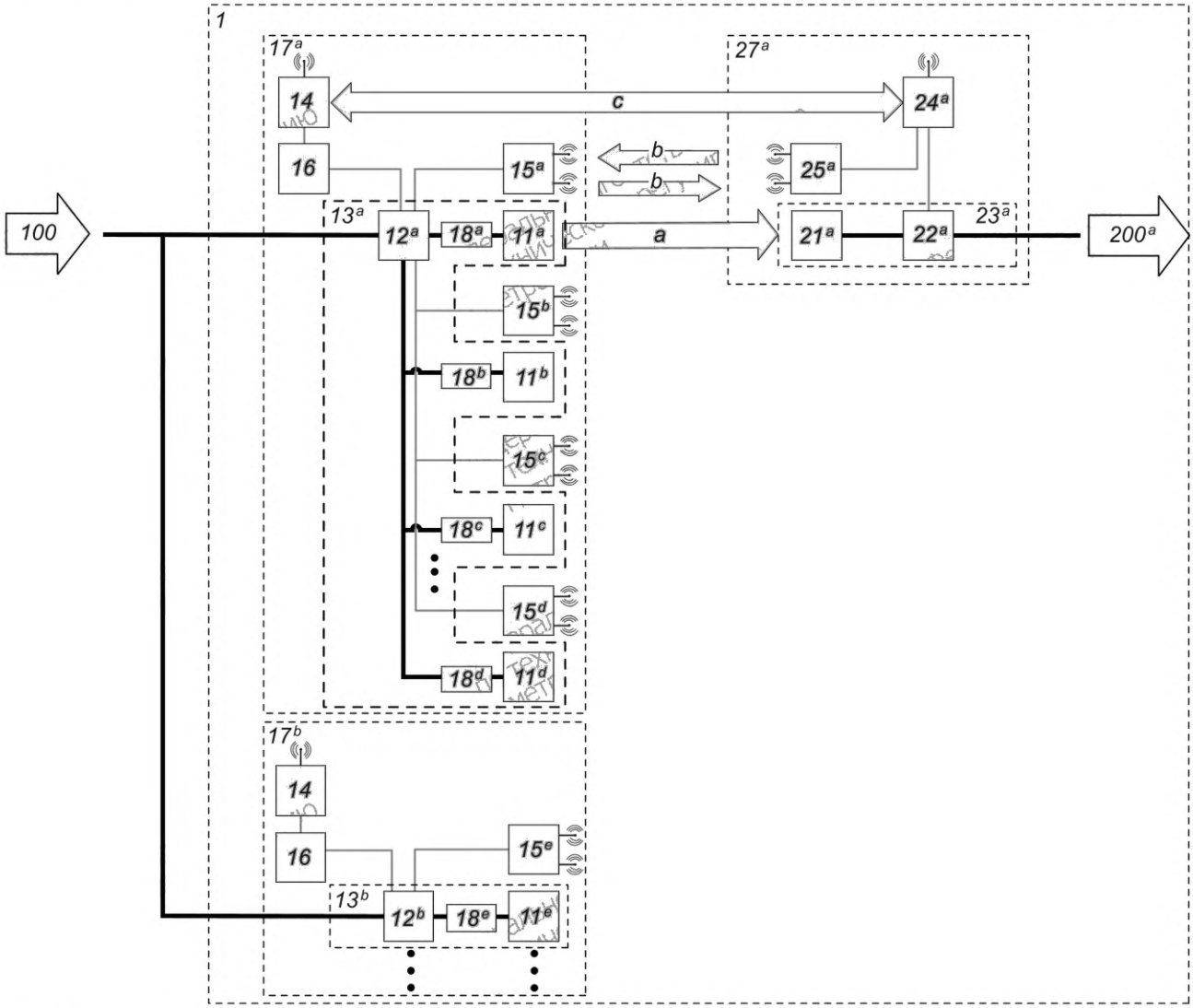
С.1 Общие положения

В настоящем приложении описаны требования и эксплуатация бортового оборудования ЭДТС, обеспечивающего динамическую магнитную беспроводную передачу энергии для ЭДТС. Они предназначены для использования в большегрузных ЭДТС.

ЭДТС, отвечающие требованиям настоящего приложения, предназначены для работы с питающими устройствами, которые соответствуют требованиям, относящимся к MF-WPT в IEC PAS 61980-5 и IEC PAS 61980-6.

С.2 Структура системы

На рисунке С.1 показана структура системы, состоящей из компонентов динамической магнитной беспроводной системы передачи энергии, упомянутой в настоящем стандарте.



1 — система MF-D-WPT; *11* — передающее устройство; *12* — питание силовой электроники; *13* — цепь питания; *14* — динамический WPT контроллер заряда (Д-КЗЭТ); *15* — контроллер питающего устройства P2PS; *16* — блок управления D-WPT (DWMM); *17* — устройство электропитания; *18* — выключатель; *21* — принимающее устройство; *22* — силовая электроника ЭДТС; *23* — силовая цепь электропитания ЭДТС (СЦЭТ); *24* — динамический WPT коммуникационный контроллер (Д-ККЭТ); *25* — контроллер P2PS устройства ЭДТС; *27* — устройство ЭДТС; *200* — ПСАЭ/двигатель; *100* — питающая сеть; *a* — беспроводной поток питания; *b* — однонаправленная/двунаправленная беспроводная сигнализация; *c* — сотовая связь/облако/Wi-Fi для поддержки мобильности; 18x+15x+11x — сегмент

Рисунок С.1 — Пример системы MF-D-WPT

С.3 Требования к передаче энергии

С.3.1 Общие положения

Поставщик должен указать номинальные условия СЦЭТ в соответствии с таблицей С.1.

Таблица С.1 — Номинальные условия СЦЭТ

Частотный диапазон	Работа в диапазоне от 79 кГц до 90 кГц
Дорожный просвет принимающего устройства	100 мм — 250 мм
Скорость ЭДТС	0 км/ч — 120 км/ч
Допуск выравнивания	200 мм
Диапазон выходного напряжения	(280—420) В DC, (550—850) В DC
Нормированная выходная мощность	20—50 кВт (модуль)

С.3.2 Частота передачи энергии

D-MF-WPT для сверхмощных ЭДТС допускается для работы в диапазоне частот (79—90) кГц.

С.3.3 Выходная мощность

СЦЭТ должна быть способна выдавать мощность до нормированной выходной мощности при работе с цепью питания.

С.3.4 Эффективность передачи энергии

Эффективность передачи энергии — это отношение выходной энергии СЦЭТ (выход блока 23 на рисунке С.1) к входной энергии питающей силовой цепи (вход к блоку 13 на рисунке С.1).

С.3.5 Выходное напряжение

Выходное напряжение должно быть в диапазонах 280—420, 550—850 В DC при полной выходной мощности.

С.3.6 Скорость ЭДТС

Устройство ЭДТС должно быть способно улавливать магнитное поле, создаваемое передающими устройствами при условиях, указанных в настоящем стандарте, до скорости ЭДТС 120 км/ч.

С.3.7 Выравнивание

Боковой допуск на выравнивание в динамическом WPT должен находиться в пределах 200 мм.

С.3.8 Функциональная совместимость

В разработке.

С.4 Требования к связи в динамическом MF-WPT

Сведения о переходах состояний в питающем устройстве см. в IEC PAS 61980-6.

Сведения о переходах состояний в устройстве ЭДТС см. в IEC PAS 61980-6.

С.5 Требования к ЭМС

Должны соблюдаться требования МЭК 61980-1:2020, раздел 16.

С.6 Требования безопасности

С.6.1 Защита в случае непреднамеренной передачи энергии

Должны соблюдаться требования МЭК 61980-1:2020, 11.9.

С.6.2 Защита от поражения электрическим током

Должны соблюдаться требования МЭК 61980-1:2020, раздел 10.

С.6.3 Защита от термических инцидентов

Должны соблюдаться требования МЭК 61980-1:2020, 11.6.

С.6.4 Защита людей от электромагнитных воздействий

Должны соблюдаться требования МЭК 61980-1:2020, 11.8.

С.6.5 Защита от перегрева

Должны соблюдаться требования МЭК 61980-1:2020, 11.6.

С.7 Процедура испытания

Для измерения эффективности динамической беспроводной передачи энергии должны применяться следующие методы.

С.7.1 Статические измерения

Необходимо провести статическое измерение с динамическим параметром.

С.7.2 Динамические измерения

Должно быть выполнено динамическое измерение с помощью D-WPT на трассе (50—100) м. Получают усредненное значение испытаний.

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	—	*
ISO 6469-3:2021	—	*
ISO 20653	—	*
IEC 60664 (все части)	IDT	ГОСТ IEC 60664-1—2023 «Координация изоляции для оборудования низковольтных системах питания. Часть 1. Принципы, требования и испытания»
	IDT	ГОСТ Р 55210—2012/IEC/TR 60664-2-1:2011 «Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 2-1. Руководство по применению серии стандартов IEC 60664. Примеры применения типов изоляции и испытания электроизоляционных свойств»
	IDT	ГОСТ IEC 60664-3—2015 «Координация изоляции для оборудования низковольтных систем. Часть 3. Использование покрытий, герметизации и формовки для защиты от загрязнения»
	IDT	ГОСТ IEC 60664-4—2017 «Координация изоляции для оборудования низковольтных систем. Часть 4. Анализ высокочастотного напряжения»
	IDT	ГОСТ IEC 60664-5—2013 «Координация изоляции для оборудования низковольтных систем. Часть 5. Комплексный метод определения зазоров и путей утечки, равных или менее 2 мм»
IEC 61980-1:2020	—	*
IEC 61980-2	—	*

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

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

[1] ISO 4130, Road vehicles — Three-dimensional reference system and fiducial marks — Definitions (Дорожные транспортные средства. Трехмерная система отсчета и реперные знаки. Определения)

[2] ISO 6469-4, Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 4: Post crash electrical safety (Электрические дорожные транспортные средства. Технические условия. Часть 4. Электробезопасность после аварии)

[3] ISO 16750 (все части), Road vehicles — Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment (Дорожные транспортные средства. Условия окружающей среды и испытания электрического и электронного оборудования)

[4] ISO 19453 (все части), Road vehicles — Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment for drive system of electric propulsion vehicles (Дорожные транспортные средства. Условия окружающей среды и испытания электрического и электронного оборудования для приводных систем электрических транспортных средств)

[5] ISO 21498 (все части), Electrically propelled road vehicles — Electrical specifications and tests for voltage class B systems and components (Транспортные средства с электрическим приводом. Электрические характеристики и испытания систем и компонентов класса B)

[6] IEC 61980-3, Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems — Part 3: Specific requirements for the magnetic field power transfer systems [Системы беспроводной передачи энергии (WPT) электрических дорожных транспортных средств. Часть 3. Особые требования к системам передачи мощности магнитного поля]

[7] IEC 61980-4[1)], Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems — Part 4: Interoperability and safety of high power wireless power transfer (H-WPT) for electric vehicle [Системы беспроводной передачи энергии (WPT) электрических дорожных транспортных средств. Часть 4. Функциональная совместимость и безопасность беспроводной передачи энергии высокой мощности (H-WPT) для электрических дорожных транспортных средств)]

[8] IEC PAS 61980-5, Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems — Part 5: Interoperability and safety of dynamic wireless power transfer (WPT) systems for electric vehicles [Системы беспроводной передачи энергии (WPT) электрических дорожных транспортных средств. Часть 5. Функциональная совместимость и безопасность систем динамической беспроводной передачи энергии (WPT) для электрических дорожных транспортных средств]

[9] IEC PAS 61980-6, Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems — Part 6: Specific requirements for magnetic field dynamic power transfer (MF-D-WPT) system communication and activities [Системы беспроводной передачи энергии (WPT) электрических дорожных транспортных средств. Часть 6. Особые требования к связи и деятельности систем динамической передачи мощности магнитного поля (MF-D-WPT)]

[10] CISPR 11, Industrial, scientific and medical equipment — Radio-frequency disturbance characteristics — Limits and methods of measurement (Промышленное, научное и медицинское оборудование. Характеристики радиочастотных возмущений. Пределы и методы измерений)

[1)] В стадии подготовки. Стадия на момент публикации: IEC/CD 61980-4:2025.

УДК 621.331;656.13:006.354

ОКС 47.080
03.220.20

Ключевые слова: системы беспроводной передачи энергии, зарядка бортовых систем аккумулирования энергии

Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 27.01.2026. Подписано в печать 19.02.2026. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,16.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

gost.e-ecolog.ru