ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р МЭК 60204-1— 2007

Безопасность машин

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

Часть 1

Общие требования

IEC 60204-1—2005
Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1:General requirements
(IDT)

Издание официальное

БЗ 7—2007/207

Москва
Стандартинформ
2008

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0 — 2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН «Всероссийским научно-исследовательским институтом стандартизации и сертификации в машиностроении» (ФГУП «ВНИИНМАШ») и Экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков (ОАО «ЭНИМС»), Техническим комитетом по стандартизации ТК 70 «Станки» на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2007 г. № 499-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 60204-1:2005 «Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Часть 1. Общие требования» (IEC 60204-1:2005 «Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1:General requirements»).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных (региональных) стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении Н

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р МЭК 60204.1 — 99

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «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

© Стандартинформ, 2008

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

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 2
3 Термины и определения . . . 4
4 Общие требования . . . 8
4.1 Общие положения . . . 8
4.2 Выбор оборудования . . . 9
4.3 Питание электроэнергией . . . 9
4.4 Окружающая среда и условия работы . . . 10
4.5 Транспортирование и хранение . . . 11
4.6 Меры предосторожности при транспортно-грузовых операциях . . . 11
4.7 Установка . . . 11
5 Подключение питающих проводов, выключающих устройства (разъединители) . . . 12
5.1 Подключение питающих проводов . . . 12
5.2 Зажимы внешней защитной заземляющей системы . . . 12
5.3 Устройства отключения питания (изолирующие разъединители) . . . 12
5.4 Выключающие устройства для предотвращения непредусмотренных повторных пусков . . . 14
5.5 Устройства для отключения электрооборудования . . . 14
5.6 Защита против несанкционированных, непреднамеренных и/или ошибочных соединений . . . 15
6 Защита от поражения электрическим током . . . 15
6.1 Общие положения . . . 15
6.2 Защита от прямого прикосновения . . . 15
6.3 Защита от косвенного прикосновения . . . 17
6.4 Защита путем использования системы безопасного сверхнизкого напряжения . . . 18
7 Защита оборудования . . . 19
7.1 Общие положения . . . 19
7.2 Защита сверхтоков (токов короткого замыкания) . . . 19
7.3 Защита двигателей от перегрева . . . 21
7.4 Защита от аномальных температур . . . 22
7.5 Защита от прерывания или снижения напряжения питания и его последующего восстановления 22
7.6 Защита двигателей от превышения частоты вращения . . . 22
7.7 Защита с контролем токов утечки на землю . . . 22
7.8 Защита от нарушения последовательности чередования фаз . . . 22
7.9 Защита от перенапряжений, возникающих при работе освещения и переключениях осветительных устройств . . . 23
8 Эквипотенциальные соединения . . . 23
8.1 Общие требования . . . 23
8.2 Цепь защиты . . . 23
8.3 Функциональное заземление (в целях обеспечения работоспособности оборудования) . . . 26
8.4 Меры по ограничению эффектов от высоких значений токов утечки . . . 26
9 Функции и цепи управления . . . 27
9.1 Цепи управления . . . 27
9.2 Функции управления . . . 27
9.3 Защита взаимной блокировкой . . . 31
9.4 Функции управления при наступлении отказа . . . 32
10 Пульт управления и устройства (приборы) управления, установленные на машине . . . 35
10.1 Общие положения . . . 35
10.2 Кнопочные выключатели . . . 35
10.3 Световые индикаторы и сигнальные дисплеи . . . 37
10.4 Кнопочные выключатели с подсветом . . . 38
10.5 Поворотные устройства (приборы) управления . . . 38
10.6 Пусковое устройство . . . 38
10.7 Устройства аварийной остановки . . . 38
10.8 Устройства аварийного отключения . . . 38
10.9 Устройства управления разблокированием (селекторные переключатели режимов) . . . 39

11 Аппаратура управления. Размещение, монтаж и защитные оболочки . . . 39
11.1 Общие требования . . . 39
11.2 Размещение и монтаж . . . 39
11.3 Степени защиты . . . 40
11.4 Оболочки, дверцы и отверстия . . . 41
11.5 Доступ к аппаратуре . . . 42
12 Кабели и провода . . . 42
12.1 Общие требования . . . 42
12.2 Провода . . . 42
12.3 Изоляция . . . 43
12.4 Максимально допустимый ток при нормальной работе . . . 43
12.5 Падение напряжения на проводах . . . 44
12.6 Гибкие кабели . . . 44
12.7 Коллекторные провода, щетки и контактные кольца . . . 46
13 Монтаж электропроводки . . . 47
13.1 Присоединение и прокладка проводов . . . 47
13.2 Идентификация проводов . . . 48
13.3 Монтаж электропроводки внутри оболочек . . . 49
13.4 Монтаж электропроводки вне оболочки . . . 49
13.5 Каналы и соединительные коробки . . . 51
14 Электродвигатели и сопутствующее оборудование . . . 53
14.1 Общие требования . . . 53
14.2 Корпус (оболочка) двигателей . . . 53
14.3 Размеры двигателей . . . 53
14.4 Монтаж двигателей . . . 53
14.5 Критерии выбора . . . 54
14.6 Защитные устройства для механического торможения . . . 54
15 Вспомогательное оборудование и освещение . . . 54
15.1 Вспомогательное оборудование . . . 54
15.2 Местное освещение машины и оборудования . . . 54
16 Сигналы оповещения, маркировочные знаки и условные обозначения . . . 55
16.1 Общие положения . . . 55
16.2 Предупреждающие знаки . . . 55
16.3 Функциональная идентификация . . . 56
16.4 Маркировка электрооборудования . . . 56
16.5 Маркировочные знаки, условные обозначения . . . 56
17 Техническая документация . . . 56
17.1 Общие положения . . . 56
17.2 Предоставляемые данные . . . 56
17.3 Требования к техническим документам . . . 57
17.4 Документация по установке оборудования . . . 57
17.5 Монтажные и функциональные электросхемы . . . 58
17.6 Принципиальные электросхемы . . . 58
17.7 Руководство по эксплуатации . . . 58
17.8 Руководство по обслуживанию . . . 58
17.9 Перечень элементов . . . 59
18 Испытания и проверка . . . 59
18.1 Общие положения . . . 59
18.2 Проверка условий по защите автоматическим отключением от питающей сети . . . 59
18.3 Испытание сопротивления изоляции . . . 62
18.4 Испытание напряжением . . . 62
18.5 Защита от остаточных напряжений . . . 62
18.6 Испытания на проверку работоспособности . . . 62
18.7 Повторные испытания . . . 62

Приложение A (обязательное) Защита от косвенного прикосновения в TN-системе питания 63
Приложение B (справочное) Опросный лист по электрооборудованию машин 66
Приложение C (справочное) Примеры машин, на которые распространяется настоящий стандарт . . 70
Приложение D (справочное) Допустимые нагрузки по току и защита проводов и кабелей от перегрузок в электрооборудовании машин 71
Приложение E (справочное) Разъяснение функций управления в случае аварии 75
Приложение F (справочное) Руководство по применению настоящего стандарта 76
Приложение G (справочное) Сравнение типовых значений поперечных сечений проводников 78
Приложение H (обязательное) Сведения о соответствии национальных стандартов Российской Федерации ссылочным международным стандартам 79
Библиография 81
Алфавитный указатель терминов 82

Введение

Настоящий стандарт устанавливает требования и рекомендации к электрооборудованию промышленных машин и механизмов, обеспечивающие:

- безопасность персонала и имущества;
- согласованность реакций на управляющее воздействие;
- легкость обслуживания.

Более подробно об области применения настоящего стандарта изложено в приложении F.

Рисунок 1 призван оказать содействие в понимании связей между различными элементами промышленной машины и вспомогательного оборудования. На рисунке 1 изображена функциональная схема типичной машины, а также представлены различные элементы электрооборудования, о которых идет речь в настоящем стандарте.

Числами в скобках указаны пункты и подпункты настоящего стандарта.

Подразумевается, что на рисунке 1 представлена совокупность элементов, рассматриваемых вместе, включающая защитные устройства, оснастку, вспомогательное оборудование, программное обеспечение и документацию, составляющие промышленную машину, и что одна или несколько работающих вместе машин с определенным уровнем управления и контроля, по меньшей мере, представляют собой производственный комплекс или систему.

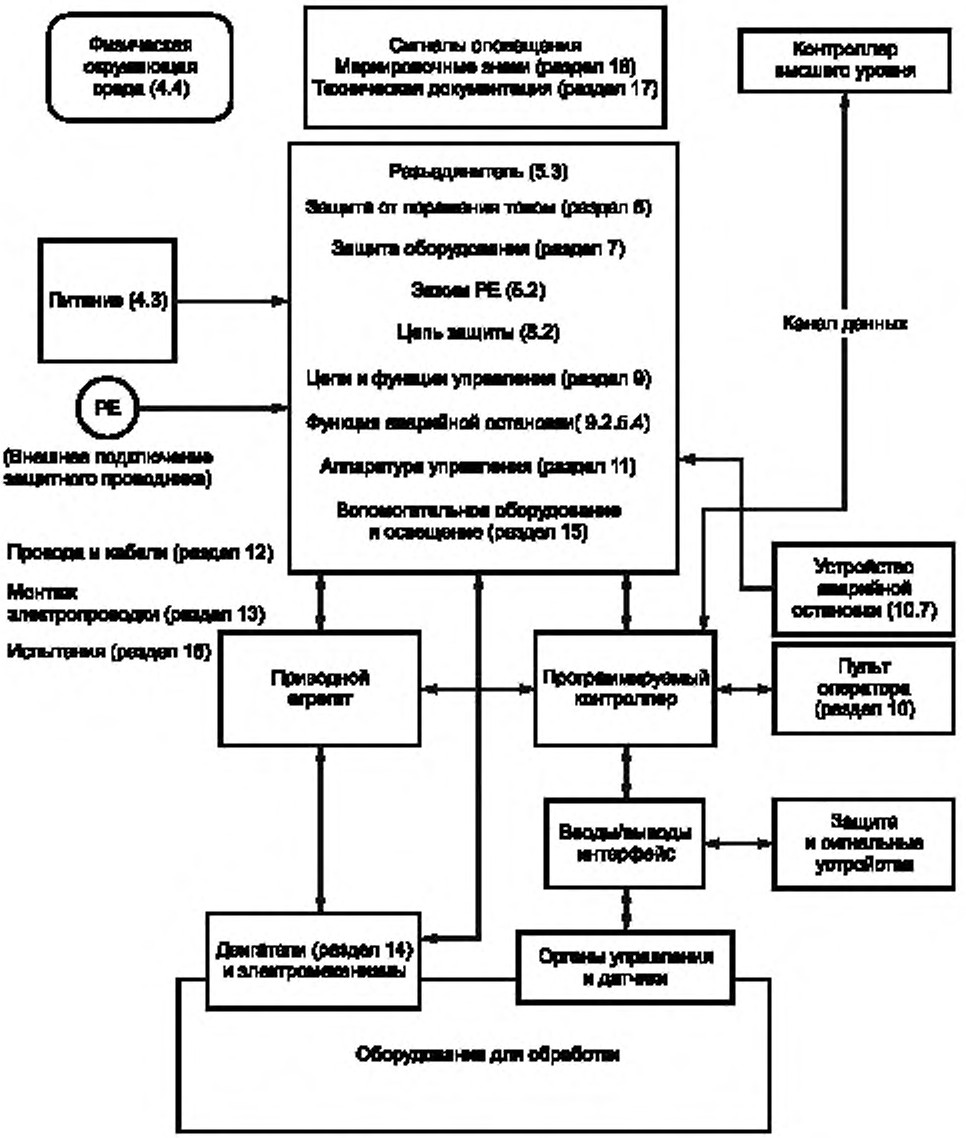


Рисунок 1 — Функциональная схема типовой машины

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Безопасность машин

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

Часть 1

Общие требования

Safety of machinery. Electrical equipment of machines and mechanisms.
Part 1. General requirements

Дата введения — 2008—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на электрические и электронные системы и оборудование (далее — электрооборудование) для непереносимых вручную во время их работы промышленных машин и механизмов (далее — машин), включая группу машин, работающих вместе в согласованном порядке.

Примечание 1 — Настоящий стандарт является стандартом по безопасности, и его требования не могут ограничивать или сдерживать передовые разработки в области технологии.

Примечание 2 — В стандарте термин «электрический» используется в общем смысле для общения в сфере вопросов электричества, электроники и электронных программируемых систем (например, термин «электрическое оборудование» относится как к электрическому, так и к электронному оборудованию).

Примечание 3 — В стандарте термин «персонал» относится к любому лицу или группе лиц, подготовленных и назначенных потребителем или его представителем(представителями) по вопросам эксплуатации и технического обслуживания.

Электрооборудование, на которое распространяется настоящий стандарт, охватывает все электрооборудование машины, начиная с точки подключения его к источнику питания (см. 5.1).

Примечание 4 — Требования к электрическим установкам зданий регламентированы МЭК 60364.

Настоящий стандарт распространяется на электрооборудование и его части, работающие от сети переменного тока при номинальном напряжении питания не более 1000 В или постоянного тока не более 1500 В между фазами; номинальный диапазон частот должен быть не более 200 Гц (МЭК 60038) [1].

Примечание 5 — Для более высоких значений напряжения и частот требования устанавливаются МЭК 60204-11 [2].

Стандарт не включает все требования (например, к защите, блокировке или управлению), которые необходимы или устанавливаются другими стандартами или техническими документами, предназначенными для защиты персонала не только от опасности поражения электрическим током, но и от других, связанных с ним, опасных воздействий на здоровье персонала. К машинам каждого типа должны устанавливаться, при необходимости, дополнительные требования, которые для достижения надлежащей безопасности следует неукоснительно соблюдать.

В настоящий стандарт специально включено (но не ограничено только этим) электрическое оборудование промышленных машин, которые определены в 3.35

Примечание 6 — В приложении С перечислены образцы машин, на электрическое оборудование которых могут распространяться требования настоящего стандарта.

Специальные и дополнительные требования, не содержащиеся в настоящем стандарте, могут предъявляться к электрооборудованию машин, которые:

- используют на открытом воздухе, то есть вне зданий или других защитных строений;

Издание официальное

- используют, подготавливают или производят легковоспламеняющиеся вещества (например, краски или опилки);
- применяют во взрывоопасных или легковоспламенимых средах;
- представляют особую опасность при выпуске некоторых материалов;
- используют в шахтах и на рудниках;
- являются швейными машинами или швейными узлами и системами (на которые распространяется МЭК 60204-31) [3];
- являются подъемными механизмами (на которые распространяется МЭК 60204 –32) [4].

В настоящем стандарте не рассматриваются силовые цепи, в которых электроэнергия используется в качестве инструмента.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы датированные и недатированные ссылки на международные стандарты. При датированных ссылках последующие редакции международных стандартов или изменения к ним действительны для настоящего стандарта только после введения изменений к настоящему стандарту или путем подготовки новой редакции настоящего стандарта. При недатированных ссылках действительно последнее издание приведенного стандарта (включая изменения).

МЭК 60034-1 Машины электрические вращающиеся. Часть 1. Номинальные значения параметров и эксплуатационные характеристики

МЭК 60034-5 Машины электрические вращающиеся. Часть 5. Степени защиты, обеспечиваемые собственной конструкцией вращающихся электрических машин (код IP). Классификация

МЭК 60034-11 Машины электрические вращающиеся. Часть 11. Тепловая защита

МЭК 60072-1 Машины электрические вращающиеся. Размеры и ряды выходных мощностей. Часть 1. Габаритные номера от 56 до 400 и номера фланцев от 55 до 1080

МЭК 60072-2 Машины электрические вращающиеся. Размеры и ряды выходных мощностей. Часть 2. Габаритные номера от 355 до 1000 и номера фланцев от 1180 до 2360

МЭК 60073:2002 Основополагающие принципы и принципы безопасности для интерфейса человек — машина, маркировка и идентификация. Принципы кодирования для индикаторов и пускателей

МЭК 60309-1:1999 Вилки, розетки и соединители промышленного назначения. Часть 1. Общие требования

МЭК 60364-4-41:2001 Электрические установки зданий. Часть 4-41: Защита для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током

МЭК 60364-4-43:2001 Электрические установки зданий. Часть 4-43. Защита для обеспечения безопасности. Защита от сверхтока

МЭК 60364-5-52:2001 Электрические установки зданий. Часть 5-52. Выбор и установка электрооборудования. Системы проводки

МЭК 60364-5-53:2002 Электрические установки зданий. Часть 5-53. Выбор и установка электрооборудования. Изоляция, коммутационная аппаратура и механизмы управления

МЭК 60364-5-54:2002 Электрические установки зданий. Часть 5. Выбор и установка электрооборудования. Глава 54. Заземляющие устройства, защитные перемычки и защитные эквипотенциальные перемычки

МЭК 60364-6-61:2001 Электрические установки зданий. Часть 6-61. Проверка. Начальная проверка

МЭК 60417-DB 2002 Графические обозначения, применяемые на оборудовании

МЭК 60439-1:1999 Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 1. Узлы, подвергаемые полным и частичным типовым испытаниям

МЭК 60445:1999 Интерфейс человек — машина, маркировка, идентификация. Основные принципы и принципы безопасности. Идентификация выводов для оборудования и концов проводов определенного назначения и общие правила для буквенно-цифровой системы обозначения

МЭК 60446:1999 Система взаимодействия человек — машина. Основные принципы и принципы обеспечения безопасности работы с помощью маркировки и идентификации. Цветовая и цифровая идентификация проводов

МЭК 60447:2004 Интерфейс человек – машина. Основные принципы безопасности, маркировка и идентификация. Принципы включения

МЭК 60529:1999 Степени защиты, обеспечиваемые корпусами (Код IP). Поправка 1 (2001)

МЭК 60617-DB:2001 Графические символы для диаграмм

МЭК 60621-361979 Электроустановки для открытых площадок при тяжелых условиях эксплуатации (включая открытые горные разработки и карьеры). Часть 3. Общие требования к оборудованию и вспомогательной аппаратуре

МЭК 60664-1:1992 Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 1. Принципы, требования и испытания

МЭК 60947-1:2004 Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 1. Общие правила

МЭК 60947-2:2003 Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 2. Автоматические выключатели

МЭК 60947-3:1999 Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 3. Выключатели, разъединители, выключатели-разъединители и блоки предохранителей

МЭК 60947-5-1:2003 Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные. Часть 5-1. Устройства и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления

МЭК 60947-7-1:2002 Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные. Часть 7. Вспомогательная аппаратура. Раздел 1. Клеммные колодки для медных проводников

МЭК 61082-1:1991 Документы, используемые в электротехнике. Подготовка. Часть 1. Общие требования

МЭК 61082-2:1993 Документы, используемые в электротехнике. Подготовка. Часть 2. Функционально-ориентированные схемы

МЭК 61082-3:1993 Схемы электрических соединений, таблицы и перечни к ним

МЭК 61082-4:1996 Документы, используемые в электротехнике. Подготовка. Часть 4. Документация по установке и размещению

МЭК 61140:2001 Защита от поражения электрическим током. Общие аспекты, связанные с электроустановками и электрооборудованием

МЭК 61310 (все части) Безопасность машин. Индикация, маркировка и приведение в действие.

МЭК 61346 (все части) Системы, установки и аппаратура промышленные и промышленная продукция. Принципы организационной структуры и обозначения

МЭК 61557-3:1997 Сети электрические распределительные низковольтные до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Безопасность. Оборудование для испытания, измерения или контроля средств защиты. Часть 3. Полное сопротивление контура

МЭК 61558-1:1997 Трансформаторы силовые, блоки питания и аналогичные изделия. Часть 1. Общие требования и испытания

МЭК 61558-2-6 Трансформаторы силовые, блоки питания и аналогичная продукция. Безопасность. Часть 2. Частные требования к изолирующим трансформаторам безопасности общего назначения

МЭК 61984:2001 Соединители. Требования и испытания безопасности

МЭК 62023:2000 Классификация. Структурирование технической информации и документации

МЭК 62027:2000 Составление номенклатуры деталей

МЭК 62061:2005 Безопасность машин и механизмов. Функциональная безопасность электрических, электронных и программируемых электронных систем контроля, связанных с безопасностью

МЭК 62079:2001 Инструкции и их подготовка. Структура, содержание и представление

ИСО 7000:2004 Графические символы, наносимые на оборудование. Перечень и сводная таблица

ИСО 12100-1:2003 Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы расчета. Часть 1. Основная терминология, методология

ИСО 12100-2:2003 Основные понятия, общие принципы расчета. Часть 2. Технические принципы

ИСО 13849-1:1999 Безопасность машин. Детали систем управления, связанные с обеспечением безопасности. Часть 1. Общие принципы проектирования

ИСО 13849-2:2003 Безопасность машин. Детали систем управления, связанные с обеспечением безопасности. Часть 2. Валидация

ИСО 13850:1996 Безопасность машин. Аварийный состав. Принципы проектирования

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **орган управления:** Часть механизма прибора управления, на который оказывается вручную внешнее силовое воздействие.

Примечание 1 — Орган управления может иметь форму ручки, рукоятки, кнопки, ролика, плунжера и т.д.

Примечание 2 — Некоторые органы управления не требуют воздействия внешней силы, а только какого-либо действия.

Примечание 3 — также см. 3.34.

3.2 **температура окружающей среды:** Температура воздуха или среды в том месте, где должно быть использовано оборудование.

3.3 **ограждение:** Элемент, обеспечивающий защиту от прямых контактов в обычных направлениях доступа.

3.4 **лоток для прокладки кабеля (или полка):** Опорная конструкция в виде непрерывного основания с ребордами и без крышки.

Примечание — Кабельный лоток может иметь или не иметь перфорацию.

[МЭС 826-15-08]

3.5 **кабельнесущая система:** Система закрытых оболочек, допускающая размещение изолированных проводов на базе подвижных поверхностей и предназначенная для полной защиты изолированных проводов, кабелей, шнуров, а также для размещения другого электрооборудования.

3.6 **совпадающий:** Действующий совместно; используется для описания ситуации, когда два или несколько устройств управления активизированы в одно и то же время (но необязательно одновременно).

3.7 **трубопровод:** Закрытый элемент кабельной конструкции круглого или иного сечения для прокладки изолированных проводов и/или кабелей в электрических установках, позволяющий производить их выемку и/или замену.

Примечание — Трубопроводы должны быть закрыты таким образом, чтобы имелась возможность вставлять в них изолированные провода и/или кабели.

[МЭС 826-06-03]

3.8 **цепь управления (машины):** Цепь, служащая для управления и текущего контроля за работой машины и электрооборудования.

3.9 **прибор управления:** Прибор, включенный в цепь управления и используемый для управления работой машины (например, датчик положения, ручной выключатель управления, реле, контактор, электромагнитный клапан).

3.10 **аппаратура управления:** Коммутационные аппараты и их комбинации с приборами управления, измерения, защиты и регулировки, которые к ним подсоединяются, а также к группам таких аппаратов с соединениями, арматурой, оболочками и соответствующими поддерживающими структурами, которые предназначены в основном для управления устройствами, потребляющими электроэнергию.

[МЭС 441-11-03, модифицированный]

3.11 **контролируемая остановка:** Остановка движения машины управляющим устройством при сохранении ее питания от источников электроэнергии во время процесса остановки.

3.12 **прямое прикосновение:** Контакт людей или домашних животных и скота с токоведущими частями.

[МЭС 826-12-03]

3.13 **положительное воздействие (на контактный элемент):** Достижение контактного разделения как результата непосредственного и прямого воздействия на контакт управляющим элементом (без воздействия упругих частей, например, таких как пружины).

[МЭК 60947-5-1, К 2.2]

3.14 **канал:** Закрытый желоб, предназначенный специально для размещения и защиты электрических проводов, кабелей и электрических шин.

Примечание — Трубопроводы (см. 3.7), кабельнесущие системы (см. 3.5) и короба под полом являются модификациями каналов.

3.15 **электрическая рабочая зона:** Помещение или ограниченная зона для размещения электрооборудования, доступ к которым возможен для квалифицированных или предупрежденных лиц путем открытия двери или перемещения барьера без ключа или специнструмента, оборудованные специальными предупреждающими знаками.

3.16 **электронное оборудование:** Часть электрического оборудования, включающая схемы, которые основываются в основном на электронных устройствах и компонентах.

3.17 **устройство аварийного останова:** Управляемое вручную устройство управления, применяемое для введения функции аварийной остановки.

[ИСО 13850, статья 3.2]

Примечание — См. приложение Е.

3.18 **устройство аварийного отключения:** Управляемое вручную устройство управления, применяемое для отключения электрической энергии или части всего оборудования в случаях, когда возникает риск поражения электрическим током или иные затруднения.

Примечание — См. приложение Е.

3.19 **закрытая электрическая рабочая зона:** Помещение или ограниченная зона для размещения электрооборудования, доступ к которым возможен для квалифицированных или предупрежденных лиц путем открытия двери или перемещения барьера с помощью ключа или специнструмента, оборудованные специальными предупреждающими знаками.

3.20 **оболочка:** Элемент, обеспечивающий защиту оборудования от определенных внешних влияний и от прямого контакта.

Примечание — Определение, взятое из МЭС, требует следующих пояснений в соответствии с МЭК 60204:

a) оболочки обеспечивают защиту людей или домашних животных и скота от доступа к опасным частям;

b) ограждения, решетки или все другие средства, либо соединенные с оболочкой, либо размещенные под оболочкой, приспособленные для предупреждения или ограничения проникновения специальных испытательных калибров, рассматриваются как части оболочки, за исключением тех, которые могут быть демонтированы и сняты без помощи ключа или инструмента;

c) оболочка может быть в виде:

- шкафа или ящика (коробки), установленного на машине или отдельно от нее;
- отсека (секции), представляющего закрытое пространство и являющегося частью конструкции машины.

3.21 **оборудование:** Оснащение, материалы, приспособления, устройства, механизмы, приборы, инструменты и другие принадлежности, используемые в качестве частей электрической установки или в соединении с ней.

3.22 **уравнительное (эквипотенциальное) соединение:** Электрическое соединение, подводящее к одному и тому же потенциалу различные токопроводящие части.

[МЭС 195-1-10]

3.23 **незащищенная токопроводящая часть:** Проводящая часть электрооборудования, которой можно коснуться и которая обычно не находится под напряжением, но в случае неполадки может стать таковой.

[МЭС 826-12-10, модифицированный]

3.24 **сторонняя токопроводящая часть:** Проводящая часть, не входящая в состав электрического устройства и находящаяся обычно под потенциалом земли.

[МЭС 826-12-11, модифицированный)]

3.25 **отказ (машины):** Нарушение работоспособности технического объекта и неспособность выполнять требуемую функцию.

Примечание 1 — После отказа технический объект находится в неисправном состоянии.

Примечание 2 — «Отказом» является переход из одного состояния в другое при сохранении работоспособности в противоположность «дефекту», который является неработоспособным состоянием.

Примечание 3 — Понятие отказ, как оно определено, не применяется к техническим объектам, состоящим только из программных средств (МЭС 191-04-01).

Примечание 4 — На практике термины «отказ» и «дефект» используются как синонимы.

3.26 **дефект (неисправность):** Состояние технического объекта, неспособного выполнять требуемую функцию; в это понятие не входит неработоспособность, вызванная профилактическим обслуживанием или другими заранее предусмотренными действиями, или отсутствием внешних ресурсов.

Примечание 1 — Дефект является часто следствием отказа технического объекта, но он может существовать без предварительного отказа.

Примечание 2 — На английском языке этот термин определяется аналогично его значению в МЭС 191-05-01.

3.27 **функциональное заземление:** Эквипотенциальное заземление, требуемое для обеспечения работоспособности электрического оборудования должным образом.

3.28 **опасность:** Возможная причина травмы или нанесения вреда здоровью.

Примечание 1 — Термин может быть определен как специальный, например как механическая или электрическая опасности, или источник потенциального вреда (опасности поражения электрическим током, опасности получения пореза, токсичного поражения и пожарной опасности).

Примечание 2 — Опасность рассматривается:

- как непрерывно присутствующая во время предусмотренной режимами работы эксплуатации машины (например, передвижение опасных подвижных элементов, рабочие шумы, высокие температуры, электрическая дуга во время сварки, неудобная рабочая поза);
- или возникающая неожиданно (например, разрушения в результате взрыва, случайных пусков, выбросов и падений при ускорениях или останове).

[ИСО 12100-1, статья 3.6]

3.29 **косвенное прикосновение:** Контакт людей или домашних животных и скота с незащищенными токопроводящими частями, которые оказались под напряжением в результате неисправности.

[МЭК 826-12-04, модифицированный]

3.30 **индукционная силовая питающая система:** Индукционная система передачи электроэнергии, состоящая из путевого преобразователя и проводника, вдоль которых происходит движение мобильного механизма, который получает энергию бесконтактным путем.

Примечание — Путевой проводник и бесконтактный съемник являются аналогами первичной и вторичной обмоток трансформатора соответственно.

3.31 **предупрежденное лицо:** Человек, проинструктированный или находящийся под присмотром квалифицированного лица, чтобы понимать риск и избежать опасности, которую представляет собой электричество.

[МЭС 826-18-02, модифицированный]

3.32 **блокировка (для защиты):** Устройство, объединяющее одно или несколько защитных устройств или аппаратов с системой управления и/или всей или частью электросети, питающей машину.

3.33 **токоведущая часть:** Провод или электропроводящая часть, находящиеся под напряжением при нормальной работе, а также нулевой провод, за исключением, при определенных условиях, провода PEN.

Примечание — Этот термин не подразумевает в обязательном порядке риск поражения электрическим током.

3.34 **исполнительный механизм:** Силовой механизм, используемый для движения машины и ее частей.

3.35 **машина и механизм:** Комплекс узлов или компонентов, соединенных вместе для выполнения конкретной функции технологической обработки, перемещения или упаковки материала.

Термин «машина» также относится к группе машин, которые организованы и управляются таким образом, чтобы выполнять общую функцию.

[ИСО 12100-1, статья 3.1, модифицированный]

Примечание — Термин «компонент» использован здесь в общем смысле и не относится только к электрическим компонентам.

3.36 **маркировка:** Знаки и надписи, служащие для идентификации оборудования, компонента или устройства, которые должны содержать их достоверное описание.

3.37 **нулевой провод (символ N):** Провод, соединенный с нейтральной (нулевой) точкой сети и обладающий возможностью передачи электроэнергии.

[МЭС 826-14-07, модифицированный]

3.38 **преграда:** Элемент, препятствующий случайному прямому контакту, но не мешающий прямому контакту при обдуманном действии.

3.39 **сверхток:** Любой ток, превышающий номинальное значение. Для проводов номинальным значением является допустимый ток

[МЭС 826-11-14, модифицированный]

3.40 **перегрузка (цепи):** Время — токовая зависимость для цепи, в которой превышена максимальная нагрузка, когда цепь находится в исправном состоянии.

Примечание — Не следует использовать термин «перегрузка» как синоним сверхтока.

3.41 **разъем:** Комбинация вилки и розетки, обеспечивающая соединение и разъединение двух или более проводников.

Примечание — Примерами разъемов могут служить комбинации:
- соединителей, которые соответствуют требованиям МЭК 61984;
- приборные соединители, кабельные гнезда и бытовые соединители в соответствии с МЭК 60309-1;
- приборные соединители в соответствии с МЭК 60884-1 или бытовые соединители в соответствии с МЭК 60320-1.

3.42 **силовая цепь:** Цепь, передающая энергию от сети к элементам оборудования, используемым непосредственно для выполнения производственных операций, а также к трансформаторам, питающим цепи управления.

3.43 **защитное соединение:** Эквипотенциальное соединение с целью защиты от поражения электрическим током.

Примечание — Меры по защите от поражения электрическим током могут также снизить риск возникновения пожара.

3.44 **цепь защиты:** Эквипотенциальное соединение проводов защиты и электропроводящих частей, используемое для защиты от поражения электрическим током при повреждении изоляции.

3.45 **защитный провод:** Провод, необходимый в определенной мере в качестве защитного средства от поражения электрическим током и предназначенный для электрического соединения между некоторыми деталями:
- незащищенными токопроводящими частями;
- сторонними токопроводящими частями;
- основным заземляющим зажимом (PE).

[МЭС 826-13-22, модифицированный]

3.46 **резервирование:** Использование более чем одного устройства или системы, или одной части (узла) устройства или системы для того, чтобы в случае возможного отказа одного из них в ходе выполнения своей функции в распоряжении находился другой, для обеспечения продолжения вышеупомянутой функции.

3.47 **условное буквенно-цифровое обозначение:** Отличительная кодифицированная запись, служащая для обозначения элемента в документации и на оборудовании.

3.48 **риск:** Сочетание вероятности случайности и тяжести возможной травмы или нанесение вреда здоровью человека в опасной ситуации.

[ИСО 12100-1, пункт 3.11, модифицированный]

3.49 **предохранительное устройство:** Защитное устройство или приспособление, используемое как мера безопасности для защиты людей от явной или скрытой опасности.

3.50 **защита:** Меры безопасности с использованием предохранительных устройств и ограждений для защиты людей от опасностей, которые не могут быть исключены или уменьшены в достаточной степени во время конструирования.

[ИСО 12100-1, статья 3.20]

3.51 **рабочая площадка:** Площадка, на которой обычно находится человек при работе или обслуживании электрооборудования.

3.52 **ток короткого замыкания:** Сверхток, возникающий в результате короткого замыкания из-за дефекта или неправильного подключения в электрической цепи.

[МЭС 441-11-07]

3.53 **квалифицированное лицо:** Человек, имеющий специальную подготовку и опыт, позволяющие ему снизить риск и избежать опасности, которую представляет собой электричество.

[МЭС 826-18-01, модифицированный]

3.54 **поставщик:** Субъект (например, изготовитель, подрядчик, субподрядчики по монтажу или внедрению), который поставляет оборудование или предоставляет услуги, связанные с машиной.

Примечание — Потребитель может выступать в качестве своего собственного поставщика.

3.55 **коммутирующее устройство:** Устройство, предназначенное для обеспечения или прерывания подачи тока в одну или несколько электрических цепей.

[МЭС 441-14-01, модифицированный]

Примечание — Коммутирующее устройство может выполнять одну или обе эти функции.

3.56 **неконтролируемая остановка:** Остановка движения машины, которая произошла в результате отключения питания от исполнительных механизмов (приводов).

Примечание — Под это определение не попадают обычные остановки под воздействием тормозящих устройств, например механических или гидравлических тормозов.

3.57 **потребитель:** Субъект, который использует машину и связанное с ней электрическое оборудование.

Примечание — В настоящем стандарте, кроме оригинальных терминов, приведены термины из МЭК 60050 Международного электротехнического словаря (МЭС). В этом случае дается ссылка на МЭС. Обозначение термина, например МЭС 826-15-08, означает, что термин заимствован из МЭС, глава 826, раздел 15, терминологическая статья 08. Добавленное слово «модифицированный» означает, что определение термина в настоящем стандарте отличается от приведенного в Международном электротехническом словаре.

4 Общие требования

4.1 Общие положения

Настоящий стандарт распространяется на электрооборудование, используемое с промышленными машинами различного назначения и группой машин, работающих вместе скоординированным образом.

Риск, связанный с потенциальными опасностями при обращении с электрооборудованием, следует считать элементом общих требований при оценке опасности машины. Это позволяет устанавливать допустимый уровень риска и необходимых мер безопасности для защиты людей, чье присутствие возможно в зоне этих явлений, сохраняя, однако, допустимые рабочие характеристики машины и ее электрооборудования.

Опасными явлениями могут быть, например:

- отказы или дефекты электрооборудования, ведущие к возможности поражения электрическим током или появлению огня (возгоранию) от электрической искры или перегрева;
- отказы или дефекты в цепях управления (или компонентов, или в устройствах, связанных с цепями управления), ведущие к нарушению работы машины;
- изменение или прерывание питания от внешних источников мощности и отказы или дефекты цепей питания, ведущие к нарушению работы машины;
- потеря проводимости в цепях, имеющих скользящие или вращающиеся контакты, нарушающие функции безопасности;
- электрические помехи (например, электромагнитные, электростатические, радиопомехи) от внутренних и внешних источников, приводящие к неправильной работе машины;
- проявления накопленной энергии (либо электрической, либо механической), приводящие, например, к поражению электрическим током или неконтролируемым движениям, представляющим опасность;
- звук, уровень которого может причинить вред здоровью человека;
- нагрев поверхности, представляющий опасность.

Меры безопасности сочетают меры, принятые на этапе разработки и конструирования и выполненные при установке, наладке и использовании потребителем.

В первую очередь меры предосторожности для уменьшения риска следует разрабатывать на стадии конструирования. Когда это невозможно, должна быть предусмотрена защита, например ограждениями. Если это необходимо для дальнейшего понижения риска, то должны быть предусмотрены рабочие процедуры, в том числе направленные на создание стереотипов в подсознании.

Использование приведенной в приложении В анкеты необходимо для облегчения выработки соглашения между потребителем и поставщиком по вопросам как основных условий, так и дополнительных требо-

ваний со стороны потребителя к электрооборудованию. Эти дополнительные требования предназначены для того, чтобы:

- обеспечивать дополнительные возможности для обеспечения безопасности, которые зависят от типа машины (или группы машин) и ее применения;
- облегчать обслуживание и ремонт;
- обеспечивать надежность и легкость в управлении.

4.2 Выбор оборудования

4.2.1 Общие положения

Составные элементы и электрические устройства должны :

- быть пригодны к применению в том месте и в условиях, для которых они предназначены,
- отвечать требованиям соответствующих стандартов,
- применяться в соответствии с инструкциями изготовителя.

4.2.2 Электрооборудование, соответствующее требованиям МЭК 60439

Электрическое оборудование машины должно соответствовать требованиям безопасности, определяемым уровнем рисков. Учитывая тип машины, ее предназначение и электрооборудование, конструктор может подбирать отдельные части электрооборудования для машины в соответствии с требованиями отдельных разделов МЭК 60439 (приложение F).

Примечание — МЭК 60439 определяет требования к широкому спектру низковольтных комплектных устройств различного назначения.

4.3 Питание электроэнергией

4.3.1 Общие положения

Электрооборудование должно быть пригодно для работы в условиях:

согласно 4.3.2 или 4.3.3, или

как оговорено потребителями (приложение В), или

как оговорено поставщиком электроэнергии для случаев ограничения по источнику питания (бортовой генератор).

4.3.2 Питание переменным током

Напряжение	Постоянный режим: 0,9 — 1,1 номинального значения
Частота	0,99 — 1,01 номинального значения в постоянном режиме; 0,98 — 1,02 на короткий период.
Гармоники	Гармонические искажения, не превышающие 10 % общего действующего значения напряжения между проводами под напряжением (сумма для гармоник 2 — 5). Дополнительное гармоническое искажение, равное 2 % общего действующего значения напряжения между проводами под напряжением (сумма от 6-й до 30-й гармоники).
Асимметрия напряжения питания от трехфазной сети	Напряжения составляющей обратной последовательности, а также и нулевой последовательности не должны превышать 2 % напряжения прямой последовательности.
Прерывание напряжения	Питание не должно прерываться или напряжение не должно падать до нуля в течение более 3 мс в любой из моментов периода питания. Между двумя последовательными отключениями должен быть перерыв, равный по меньшей мере 1 с.
Провал напряжения	Провалы напряжения не должны превышать 20 % максимального (пикового) напряжения питания на более чем один период. Между двумя последовательными провалами напряжения должно пройти более 1 с.

4.3.3 Питание постоянным током

От батареи аккумуляторов:	
Напряжение	0,85 — 1,15 номинального напряжения; 0,7 — 1,2 номинального напряжения для бортовых устройств управления тележками, работающих от батарей.
Прерывание напряжения	Не более 5 мс.
От преобразователей:	
Напряжение	0,9 — 1,1 номинального напряжения.

Отключением напряжения — Не более 20 мс. Между последовательными отключениями должно проходить более 1 с.

Примечание — В этом заключается отличие от требований руководства МЭК 106 в отношении обеспечения надлежащей работы электронной аппаратуры.

Пульсация (от пика к пику) — Не более 0,15 от номинального напряжения

4.3.4 Специальные системы питания

Для специальных систем питания, таких как бортовые генераторы, ограничения по 4.3.2 и 4.3.3 могут быть превышены, в связи с чем в конструкции оборудования следует предусматривать возможность возникновения таких ситуаций.

4.4 Окружающая среда и условия работы

4.4.1 Общие положения

Электрооборудование должно быть пригодно для использования в физической окружающей среде и условиях работы, предназначенных для него. Требованиями, указанными в 4.4.2 — 4.4.8, регламентированы условия для большинства машин, соответствующих настоящему стандарту. Если физическая окружающая среда и/или условия работы отличаются от указанных ниже, может возникнуть необходимость в заключении специального соглашения между поставщиком и потребителем (см. 4.3.3).

4.4.2 Электромагнитная совместимость

Производимые самим оборудованием электромагнитные помехи не должны превышать уровни, которые регламентированы для соответствующей области его применения. Кроме того, оборудование должно иметь соответствующий уровень стойкости к помехам, обеспечивающий его правильное функционирование в соответствующих условиях.

Примечание 1 — В стандартах МЭК 61000-6-1[5] или МЭК 61000-6-2 [6] и СИСПР 61000-6-3 [7] или МЭК 61000-6-4 [8] приведены нормы излучения помех и стойкости к их воздействию.

Примечание 2 — МЭК 61000-5-2 [9] приводит рекомендации по монтажу проводки и заземлению в целях обеспечения требований по электромагнитной совместимости (ЭМС). Если существуют стандарты для отдельных видов продукции (например, МЭК 61496-1 [10], МЭК 61800-3 [11], МЭК 60947-5-2 [12]), то они имеют преимущество перед общими стандартами.

Производимые сигналы электрических помех как в проводах, так и в пространстве могут быть ограничены путем:

- фильтрации помех у источника питания;
- экранирования проводов;
- минимизации уровня излучения с использованием конструкции оболочек;
- использования технологий подавления помех.

Устойчивость оборудования к внешним помехам, наводимым сторонними источниками как в проводах, так и в пространстве, может быть повышена с помощью:

- конструкции функционального заземления, представляющей по сути:
  соединения чувствительных к помехам цепей с корпусом (шасси). Такое соединение должно маркироваться или обозначаться символом [МЭК 60417-5020 (DB:2002-10)];
  соединения корпуса с зажимом заземления (PE) возможно короткими изолированными проводами большого сечения;
- соединений чувствительного к помехам оборудования или цепей напрямую с цепями защитного заземления PE или с функциональным заземляющим проводником (FE) (см. рисунок 2) для минимизации обычных видов помех. Эти цепи следует маркировать или обозначать символом МЭК 60417-5018 (DB:2002-10);
- отделения чувствительного к помехам оборудования от оборудования, излучающего помехи;
- конструирования оболочек, минимизирующих наведение электромагнитных помех;
- снижения электромагнитных помех при монтаже проводки:
  применением скручивания проводов, что позволяет снизить возникновение пиков помех;
  поддержанием соответствующих расстояний между проводами цепей, излучающих помехи и проводами цепей, чувствительных к электромагнитным помехам;
  применением ориентации кабельных пересечений под углом 90° при электромонтаже;
  разводкой проводников как можно ближе к плоскости заземления (эквипотенциальной поверхности);
  установкой электростатических экранов и/или экранированием оплеткой с низким уровнем сопротивления помехам.

4.4.3 Температура воздуха

Закрытое электрооборудование должно обладать способностью правильно работать при температуре окружающей воздушной среды от 5 °С до 40 °С. Для повышенных или пониженных температур воздушной среды возможно применение дополнительных требований (см. приложение В).

4.4.4 Влажность

Электрооборудование должно обладать способностью нормально работать при максимальной температуре 40 °С при относительной влажности до 50 %. Понижение температуры взаимосвязано с возможным повышением влажности (например, возможна температура 20 °С при наибольшей относительной влажности до 90 %).

Чтобы избежать вредных воздействий случайной конденсации, необходимо предусмотреть соответствующие меры на этапе конструирования оборудования, или, если необходимо, следует принять дополнительные надлежащие меры (например, встроенные нагреватели, воздушные кондиционеры, сливные отверстия).

4.4.5 Высота над уровнем моря

Электрооборудование должно обладать способностью нормально работать на высоте до 1000 м над уровнем моря.

4.4.6 Загрязнение

Электрооборудование должно быть защищено надлежащим образом от проникновения твердых тел или жидкостей (см. 11.3).

Электрооборудование должно иметь соответствующую защиту от воздействия загрязняющих веществ (например, пыли, кислот, коррозийных газов, солей), которые могут содержаться в атмосфере, окружающей электрооборудование на месте установки (см. приложение В).

4.4.7 Ионизирующие и неионизирующие излучения

В случае, когда оборудование находится под прямым воздействием излучений (например, микроволн, лазера, ультрафиолетовых и рентгеновских лучей), чтобы избежать нарушений в работе машины или быстрого разрушения изоляционных материалов, необходимо принять дополнительные меры защиты. При этом может возникнуть необходимость в заключении специального соглашения между поставщиком и потребителем (см. приложение В).

4.4.8 Вибрация, удары и толчки

Нежелательный эффект от вибрации, ударов и толчков (производимых машиной и ее аппаратурой или создаваемых физическим окружением) должен быть предотвращен, например, выбором надлежащего материала для изготовления оборудования, его установкой отдельно от машины или использованием антивибрационных приспособлений. При этом может возникнуть необходимость в заключении особого соглашения между изготовителем и потребителем (см. приложение В).

4.5 Транспортирование и хранение

Электрооборудование должно обладать конструктивной способностью или, благодаря принятию надлежащих мер предосторожности, способностью выдерживать колебание температур во время транспортирования и хранения от минус 25 °С до плюс 55 °С и температуру, достигающую 70 °С в течение не более 24 ч. Чтобы не допускать порчи и повреждения, вызываемых влажностью, вибрацией и поражением электрическим током, необходимо предусматривать применение соответствующих средств защиты. При этом возможно заключение специального соглашения между поставщиком и пользователем (см. приложение В).

Примечание — Электрооборудование, чувствительное к низким температурам, включает ПВХ изоляцию кабелей.

4.6 Меры предосторожности при транспортно-грузовых операциях

Тяжелое и массивное оборудование, подлежащее отсоединению от машины на время транспортирования или независимое от нее, должно быть снабжено надежными средствами для погрузки краном или подобными механизмами.

4.7 Установка

Электрооборудование следует устанавливать и использовать в соответствии с инструкциями поставщика.

5 Подключение питающих проводов, выключающих устройства (разъединители)

5.1 Подключение питающих проводов

Если возможно, рекомендуется подсоединять электрооборудование машины к одному источнику питания. Если для некоторых частей оборудования (например, электронные цепи, электромагнитные муфты) необходимо использовать другой источник питания, то это питание должно быть получено насколько возможно от приборов и устройств (таких как трансформаторы, преобразователи), являющихся частью электрического оборудования машины. Для машинных комплексов, состоящих из большого числа машин, работающих совместно в согласованном режиме, могут потребоваться различные источники питания, требования к которым определены в 5.3.1.

За исключением случаев, когда машина оснащена разъемным контактным соединением для подключения питания [см. 5.3.2, перечисление е)], провода, идущие от источника питания, рекомендуется подсоединять непосредственно к входным зажимам выключающих устройств. Когда это невозможно, то должны быть предусмотрены отдельные зажимы для их подключения.

Если нейтральный провод используют для подключения питания, это должно быть четко указано в технической документации на машину, в частности на принципиальной схеме и на схеме подключения. Отдельно следует предусматривать особый изолированный зажим с маркировкой N (см. 16.1) для присоединения нейтрального (нулевого) провода (см. приложение В).

Внутри электрооборудования не допускаются соединения между нейтральным приводом и цепью защитного заземления и использование для соединения комбинированного зажима PEN.

Исключение — В TN-C системе питающей сети в точке подключения электрооборудования машины к питающей сети возможно соединение между зажимом нейтрального проводника и зажимом заземления PE.

Все зажимы для подключения питания должны быть четко обозначены в соответствии с МЭК 60445 и 16.1. Описание маркировки зажима для провода защитного заземления (зануления), расположенного снаружи, см. в 5.2.

5.2 Зажимы внешней защитной заземляющей системы

Вблизи зажимов соответствующих фазных проводов должен быть размещен зажим для подключения провода от внешней заземляющей защитной системы или для внешнего защитного проводника в зависимости от системы питания.

Размер такого зажима должен позволять присоединение внешнего медного провода, сечение которого выбирают в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 — Минимальное поперечное сечение внешнего медного провода защиты

Поперечное сечение фазных проводов, питающих оборудование S, мм^2	Минимальное поперечное сечение внешнего провода защиты S_p, мм^2
$S \le 16$	S
$16 < S \le 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Если материал защитного проводника не медь, то соответствующие коррективы должны быть внесены в размеры зажима для его подключения (см. 8.2.2).

В каждой точке подключения к внешней сети питания зажим для подключения к внешней заземляющей системе или внешнему защитному проводнику следует маркировать или обозначать буквами PE (МЭК 60445).

5.3 Устройства отключения питания (изолирующие разъединители)

5.3.1 Общие положения

Устройством отключения питания должен быть оснащен:

- каждый подвод питания к машине(ам).

Примечание — Подвод питания может быть осуществлен прямым подключением либо через питающую систему. Передающая система может включать провода, шинопроводы, сборки скользящих контактов, гибкие кабельные системы и индукторные системы питания;

- каждый бортовой источник питания.

Устройство должно обеспечивать отключение (изоляцию) электрооборудования машины от сети питания, когда это необходимо (например, для проведения профилактических, ремонтных и других работ на машине, имеющей электрооборудование).

Если имеется два или более устройств отключения, то для их согласованной работы в опасных ситуациях, приводящих к повреждению машины или к нарушениям в работе, необходимо использовать блокировочные устройства.

5.3.2 Тип

Устройство отключения питания должно быть одним из следующих:

a) выключатель-разъединитель по МЭК 60947-3, категория использования AC-23B или DC-23B;

b) разъединитель с предохранителем или без него по МЭК 60947-3, оснащенный вспомогательным контактом, который вызывает во всех случаях размыкание цепи нагрузки коммутационными аппаратами перед разъединением основных контактов разъединителя;

c) выключатель, пригодный для операций отключения по МЭК 60947-2;

d) любые другие устройства отключения, отвечающие требованиям стандарта МЭК на такое устройство и требованиям МЭК 60947-1 по изоляции так же, как и категориям применения, определенным стандартом на изделие для отключения как электродвигателей под нагрузкой, так и других индуктивных нагрузок;

e) розетка с вилкой или разъем, подводящий электропроводку в гибких соединениях.

5.3.3 Технические требования

Указанные в 5.3.2 перечислениях a) — d) устройства отключения (выключатель-разъединитель, разъединитель или выключатель) должны:

- изолировать электрооборудование от цепей питания и иметь только одно положение ОТКЛЮЧЕНО (изоляция) и одно положение ВКЛЮЧЕНО, четко обозначаемые символами «О» и «I» [МЭК 60417-5008 (DB:2002-10) и МЭК 60417-5007 (DB2002-10), см. 10.2.2];

- иметь видимое разъединение или индикатор положения, который может указывать положение ОТКЛЮЧЕНО только в случае, если все контакты в действительности открыты, т.е. разомкнуты и удалены друг от друга на расстояние, удовлетворяющее требованиям по изолированию;

- быть снабжены расположенным снаружи ручным приводом (например, ручкой). Исключение для управляемых внешним источником энергии, когда воздействие вручную невозможно при наличии иного внешнего привода. Если внешние приводы не используются для выполнения аварийных функций управления, то рекомендуется применять ЧЕРНЫЙ и СЕРЫЙ цвета для окраски ручного привода (см. 10.7.4 и 10.8.4);

- обладать средствами для запирания в положении ОТКЛЮЧЕНО (например, с помощью висячих замков). При таком запирании возможность как дистанционного, так и местного включения должна быть исключена;

- отключать питание всех токоподводящих проводов. Однако в схеме питания TN нейтральный провод может или отключаться, или не отключаться. Следует заметить, что в некоторых странах отключение нейтрали (если она используется) является обязательным;

- иметь достаточную отключающую способность, позволяющую прерывать ток самого мощного двигателя при его заклинивании, в сумме с токами всех других двигателей и/или нагрузок при их нормальной работе. Расчетная мощность может быть снижена при учете различных факторов.

При использовании силового разъема в качестве отключающего устройства разъем должен:

- иметь достаточную отключающую способность, позволяющую прерывать ток самого мощного двигателя при его заклинивании, в сумме с токами всех других двигателей и/или нагрузок при их нормальной работе. Расчетная мощность может быть снижена при учете различных факторов. Если сблокированное выключающее устройство имеет электрическую систему управления (например, контактор), то оно должно иметь соответствующую категорию применения;

соответствовать 13.4.5, перечисления a) — f).

Примечание — При выборе типоразмеров вилок, розеток, кабельных и приборных соединителей в соответствии с МЭК 60309-1 должны учитываться вышеуказанные требования.

При использовании силового разъема в качестве отключающего устройства для включения и выключения напряжения на машине необходимо применение выключателя соответствующей категории применения. Здесь возможно использование сблокированного выключающего устройства, описанного выше.

5.3.4 Органы управления

Орган управления (например, рукоятка) устройством отключения питания должен быть легкодоступным и находиться на высоте над рабочей площадкой от 0,6 до 1,9 м. Уровень 1,7 м наиболее удобен.

5.3.5 Цепи, на которые не распространяются общие правила по подключению к источнику питания

Ниже указаны цепи, которые могут не размыкаться устройством отключения питания:

- линии цепей освещения, питающие лампы, которые используют во время работ по обслуживанию или ремонту;
- цепи питания соединителей (розетки), используемые исключительно для подключения рабочих инструментов для ремонта и обслуживания (например, ручная электродрель, испытательное оборудование);
- низковольтные цепи защиты, используемые только для автоматического отключения во время перерывов в электроснабжении;
- цепи питания оборудования, которые должны обычно оставаться под напряжением для обеспечения нормальной работы машины (например, температурные измерительные приборы, производственные нагревательные устройства и устройства для хранения программы);
- цепи блокировки.

Рекомендуется, однако, оснащать эти цепи их собственными устройствами отключения.

Если такие цепи не размыкаются устройством отключения питания, то:

- необходимо располагать постоянный предупреждающий знак в соответствии с требованиями 16.1 (символ на табличке или бирке) вблизи от такой цепи;
- в руководство по обслуживанию должно быть включено соответственное указание, а также одно или несколько из указанных требований должны быть соблюдены:

  располагать постоянный предупреждающий знак в соответствии с 16.1 (сигнальную метку, бирку) вблизи от такой цепи,

  прокладывать их отдельно от других цепей или

  применять цепи блокировки, имеющие изоляцию, окрашенную в соответствии с 13.2.4.

5.4 Выключающие устройства для предотвращения непредусмотренных повторных пусков

Выключающие устройства (выключатели) для предотвращения неожиданных непредусмотренных повторных пусков должны входить в комплект поставки (например, при проведении работ по обслуживанию может возникнуть опасность в результате внезапного повторного пуска машины).

Такие устройства должны быть удобны для целенаправленного использования и размещены в легкодоступном месте. Их обозначение должно быть визуально доступно, легко идентифицироваться по выполняемым функциям, (иметь, где необходимо, стойкую и долговечную маркировку в соответствии с 16.1).

Примечание 1 — В настоящем стандарте не содержится весь объем предложений по предотвращению непредусмотренных пусков, для этого следует обратиться к ИСО 14118 (ЕН 1037) [13].

Во избежание случаев несвоевременного срабатывания или сбоя в работе устройства необходимо принимать соответствующие меры предосторожности в части контроля или расположения (см. 5.6).

Изолирующие функции в полном объеме могут выполнять:

- устройства, описанные в 5.3.2;
- разъединители, съемные предохранители или съемные перемычки, если они при этом размещаются отдельно в закрытой оболочкой зоне управления (см. 3.19).

Устройства, не выполняющие изолирующую функцию (например контакторы для выключения цепей управления), следует применять только в ситуациях, когда:

- не проводят инспекционный осмотр;
- не выполняют регулировку, занимающую относительно длительное время;
- не работают с электрическим оборудованием, за исключением случаев, когда:

  отсутствует опасность поражения электрическим током (см. раздел 6) или возгорания;

  команда об отключении эффективна и не может аннулироваться при включении любых режимов работы;

  объем работ незначителен (например замена вставных устройств без нарушения существующей электропроводки).

Примечание 2 — Выбор устройства будет зависеть от расчета рисков, проведенного с учетом намерений использовать изделие, например использование предохранителей, разъединителей в защищенных оболочками зонах управления при несоответствующих условиях уборки [см.17.2, перечисление b), 12)].

5.5 Устройства для отключения электрооборудования

Устройство должно быть пригодно для отключения (изоляции) электрооборудования на время проведения работ, для которых необходимы отключение и изоляция от питающего напряжения.

Такие разъединяющие устройства должны:

- быть подходящими и удобными для вышеуказанных целей;
- быть пригодными для соответствующего размещения;
- легко определять, какую часть машины или цепи обслуживают (наличие, в случае необходимости, стойкой маркировки в соответствии с 16.1).

Во избежание случаев несвоевременного срабатывания или сбоя в работе устройства необходимо принять соответствующие меры предосторожности в части контроля или размещения (см. 5.6).

В некоторых случаях эти функции может выполнять устройство для отключения (см. 5.3). Однако, если это необходимо для работы, на одной из частей машины или электрооборудования машины или на одной из машин, подключенных через сборную стойку, пункт разводки или индукторную питающую систему, устройством для отключения должна быть оборудована каждая часть или каждая из машин, требующая отдельного изолирования.

В дополнение к вышеуказанным отключающим устройствам для выполнения аналогичных функций могут служить:

- устройство, описанное в 5.3.2;
- разъединители, съемные предохранители-вставки или перемычки только тогда, когда они установлены в закрытой зоне управления (см. 3.15) и соответствующая информация предоставляется с электрооборудованием [см. 17.2, перечисления b), 9) и перечисления b), 12)].

Примечание 3 — Если защита от прямого контакта выполнена в соответствии с 6.2.2, перечисление c), и опасность может возникнуть в результате воздействия руками на устройство (например, замыкание контакторов и реле), то такое воздействие должно быть предотвращено использованием разъединителей, съемных предохранительных вставок или перемычек, требующих применения инструмента для их демонтажа.

5.6 Защита против несанкционированных, непреднамеренных и/или ошибочных соединений

Устройства, описанные в 5.4 и 5.5, которые расположены снаружи защищенной зоны управления электрооборудованием, оснащаются с целью фиксации их в позиции ОТКЛЮЧЕНО или разъединенном состоянии запорами, чем обеспечивается защита от несанкционированных, непреднамеренных и/или ошибочных соединений.

Другие меры защиты от таких соединений (предупредительные знаки, см. 16.1) могут быть использованы там, где незапираемые разъединители (удаляемые предохранители, перемычки) установлены в отдельном электрошкафу.

Однако при использовании розетки с вилкой согласно 5.3.2, перечисление e), которые постоянно находятся в поле зрения работающего, нет необходимости в средствах блокировки в положении ОТКЛЮЧЕНО.

6 Защита от поражения электрическим током

6.1 Общие положения

Электрооборудование должно обеспечивать защиту людей от поражений электрическим током, которые могут произойти в результате:

- прямого контакта (см. 6.2 и 6.4);
- непрямого контакта (см. 6.3 и 6.4).

Эта защита должна осуществляться с использованием мер, указанных в 6.2, 6.3, а для цепей БСНН — в 6.4, являющихся рекомендациями ИСО 60364-4-41. Если эти меры не могут быть использованы, например, по причинам физических или производственных ограничений, то применяют другие рекомендованные ИСО 60364-4-41.

6.2 Защита от прямого прикосновения

6.2.1 Общие требования

Для каждой цепи или узла оборудования должны быть приняты меры, указанные в 6.2.2, 6.2.3 или 6.2.4.

Если эти меры невозможны, то применяют другие средства защиты от прямого прикосновения (например, используют перегородки и любые другие конструктивные или установочные средства, препятствующие доступу к ним, или размещают их вне пределов досягаемости), как описано в ИСО 60364-4-41, в 6.2.5 и 6.2.6.

Если оборудование размещено в местах, доступных всем, в том числе детям, необходимо использовать средства, описанные в 6.2.2, обеспечивающие минимальную степень защиты от прямого прикосновения, IP4X или IPXXD, (МЭК 60364-4-41), или указания 6.2.3.

6.2.2 Защита с помощью оболочек

Токоведущие части следует помещать внутри кожухов в соответствии с техническими требованиями разделов 4, 11 и 14, чтобы обеспечивать степень защиты от прямого прикосновения не менее IP2X или IPXXB (МЭК 60529).

Если верхняя часть оболочки является легкодоступной, то минимальная степень защиты от прямого прикосновения для них должна быть IP4X или IPXXD. Открывание оболочки (открытие дверей, крышек, перегородок и т.п.) может обычно производиться, если:

a) для доступа к электрооборудованию используют специальный ключ или инструмент. Для электрооборудования, находящегося внутри кожухов, действительны особые требования (МЭК 60364-4-41 или МЭК 60439-1).

Примечание 1 — Использование ключа или инструмента для получения доступа к электрооборудованию предназначено для квалифицированных или подготовленных лиц [(см.17.2, перечисления b),12)].

Расположенные на внутренней поверхности дверей токоведущие части должны иметь минимальную степень защиты от прямого прикосновения IP1X или IPXXA. Токоведущие части, касание которых возможно при повторном включении или настройке устройств, находящихся под напряжением, должны иметь минимальную степень защиты IP2X или IPXXB.

b) отключены все токоведущие части, расположенные внутри кожуха, перед его возможным открытием.

Эта мера может быть осуществлена блокировкой двери с разъединителем (например, устройством отключения питания) таким образом, чтобы дверь могла быть открыта только после выключения разъединителя, а последний мог включаться только после закрытия двери.

Однако применение специальных устройств или инструмента, соответствующих требованиям поставщика, может обеспечивать снятие блокировки к токоведущим частям при условии:

- после нейтрализации (снятия) блокировки с двери можно всегда принудительно включить или выключить разъединитель,
- блокировка автоматически восстановится после закрытия двери,
- расположенные на внутренней поверхности дверей токоведущие части должны имеют минимальную степень защиты от прямых контактов IP1X или IPXXA,
- соответствующая информация предоставляется вместе с электрическим оборудованием в соответствии с 17.2 перечисления b), 9), 12).

Примечание 2 — Применение специальных устройств или инструмента определено только для квалифицированного или обученного персонала [см.17.2, перечисления b),12)].

Меры защиты предназначены для ограничения доступа квалифицированного или обученного персонала к токоведущим частям в то время, когда отсутствует блокировка дверец с разъединителем [см.17.2, перечисления b), 12)].

Все части, которые остаются под напряжением токоведущими после отключения разъединителя(ей) (см. 5.3.5), должны иметь минимальную степень защиты от прямого прикосновения IP2X или IPXXB (МЭК 60529). Защищенные таким образом части должны иметь предупреждающий знак в соответствии с 16.2.1, см. также 13.2.4 об идентификации проводов цветом.

Исключением из этих требований по маркировке являются:

- детали, которые могут быть токоведущими из-за подключения к цепям блокировки; такие потенциально токоведущие детали выделяют цветом изоляции согласно 13.2.4;
- зажимы питания устройства отключения, если оно установлено в отдельном кожухе.

c) открытие кожуха без использования ключа или инструмента или без отключения токоведущих частей возможно только тогда, когда все токоведущие части имеют минимальную степень защиты IP2X или IPXXB (МЭК 60529). Если заграждения обеспечивают эту защиту, они должны либо нуждаться в применении инструмента для их демонтажа, либо вызывать автоматическое отключение токоведущих частей при демонтаже.

Примечание 3 — Если защита от прямого прикосновения реализована в соответствии с 6.2.2, перечисление c), и опасная ситуация может возникать при ручном воздействии на устройство управления (например, на ручное запирание контактора или реле), такое воздействие должно быть предотвращено с помощью ограждения либо обстоятельствами, когда потребуется применение инструмента для устранения этого ограждения.

6.2.3 Защита путем изоляции токоведущих частей

Токоведущие части должны быть полностью покрыты изоляцией, снять которую не представляется возможным без ее разрушения. Эта изоляция должна выдерживать механические, электрические и термические нагрузки, химические воздействия, которым она может подвергаться в обычных условиях эксплуатации.

Примечание — Краски, лаки, эмали и другие подобные продукты, используемые по отдельности, не рассматривают, как правило, в качестве покрытий, способных обеспечивать защиту от ударов электрическим током в условиях нормальной эксплуатации.

6.2.4 Защита от остаточных напряжений

Любое остаточное напряжение на токоведущих частях, превышающее 60 В, должно быть снижено до этой величины за время не более 5 с после отключения напряжения питания при условии, что такая интенсивность разряда не нарушит нормальную работу оборудования. Это требование не распространяется на компоненты, имеющие остаточный заряд не более чем 60 мк. В этом случае, чтобы обратить внимание на возможную опасность, на видном месте или рядом с кожухом электрических емкостей должна быть помещена предупредительная табличка с указанием необходимого времени выдержки перед открытием кожуха.

В случае использования разъемных контактных соединений или подобных устройств, выемка которых сопровождается обнажением токопроводящих частей (например, контактные штыри), время разряда не должно превышать 1 с, в противном случае эти токопроводящие части должны иметь минимальную защиту степени IP2X или IPXXB. Если время разряда превышает 1 с или невозможно обеспечить указанную защиту (например, при съемных коллекторах, проводах, шинах или контактных кольцах, см. 12.7.4), необходимо использовать дополнительные устройства отключения или предупреждения (например, предупреждающие надписи в соответствии с 16.1).

6.2.5 Защита с помощью барьеров

Защита с помощью барьеров — в соответствии с МЭК 60364-4-41 (пункт 412.2).

6.2.6 Защита размещением вне зоны досягаемости

Защита для оборудования, находящегося вне зоны досягаемости, — по МЭК 60364-4-41 (пункт 412.2).

Защита с помощью размещения по 12.3.

Панели и стойки (кроссовые панели), предназначенные для коммутации проводников (токоведущих частей), должны иметь степень защиты не ниже IP2X (см. 12.7.1).

6.3 Защита от косвенного прикосновения

6.3.1 Общие положения

Защита от косвенного прикосновения (см. 3.29) предназначена для предотвращения опасных условий, которые могут возникать в результате дефекта изоляции между токоведущими частями и внешними незащищенными (открытыми) токопроводящими частями.

На каждую цепь или часть электрооборудования должно распространяться по меньшей мере одно из указанных в 6.3.2, 6.3.3 требований:

- применение средств, препятствующих контакту с деталями, находящимися под опасным напряжением прикосновения (см. 6.3.2);
- автоматическое отключение питания до наступления контакта с напряжением прикосновения (см. 6.3.3).

Примечание 1 — Риск возникновения вредного физиологического воздействия от напряжения прикосновения зависит от его величины и длительности возможного контакта.

Примечание 2 — В отношении классов защиты оборудования и защищенности см. МЭК 61140.

6.3.2 Меры, исключающие случайное появление опасного напряжения прикосновения

6.3.2.1 Общие положения

Эти меры включают в себя:

- использование оборудования класса II или эквивалентной изоляции;
- электрическое разделение.

6.3.2.2 Защита путем использования оборудования класса II или эквивалентной изоляции

Эти меры предназначены для предотвращения появления опасных напряжений в доступных местах при нарушении основной изоляции.

Эта защита должна достигаться в ходе одного или нескольких действий:

- использованием аппаратуры или электрооборудования класса II (с двойной, усиленной или эквивалентной изоляцией в соответствии с МЭК 61140);
- использованием аппаратуры с общей изоляцией в соответствии с МЭК 60439;
- использованием дополнительной или усиленной изоляции в соответствии с МЭК 60364-4-4-41 (пункт 413.2).

6.3.2.3 Защита электрической развязкой (разделением)

Электрическая развязка отдельной цепи служит для предотвращения появления опасного напряжения на проводящих частях, способных оказаться под напряжением в случае нарушения основной изоляции токоведущих частей такой цепи.

На защиту этого типа должны распространяться требования, указанные в МЭК 60364-4-41 (пункт 413.5).

6.3.3 Защита автоматическим отключением питания

Эти меры обеспечивают размыкание одного или более линейных питающих проводников в случае нарушения изоляции в автоматическом режиме с управлением от защитного устройства. Отключение питания любой цепи эффективно в случае, когда за ограниченное время при нарушении изоляции оно может предотвратить условия появления опасного напряжения. Необходимые ограничения по времени срабатывания защит указаны в приложении А.

Эти защитные меры требуют координации между:

- типом питающей сети и системой заземления;
- сопротивлениями различных частей и элементов защитной заземляющей системы;
- характеристиками защитных устройств, контролирующих нарушение(я) изоляции.

Автоматическое отключение питания любой цепи при нарушении изоляции подразумевает устранение опасной ситуации при появлении напряжения прикосновения.

Эти защитные меры охватывают с одной стороны:

- подключение внешних проводящих частей к цепям защиты;
- с другой стороны:

a) использование защитной аппаратуры для отключения от питающей сети при нарушении изоляции в сети TN - системе или

b) использование систем контроля токов утечки нулевой последовательности для автоматического отключения питающей сети при определении нарушения изоляции между находящимися под напряжением и внешними проводящими частями или землей в TT- системе, или

c) использование систем контроля тока утечки или замыкания на землю для отключения питающей сети в IT - системе. Если используют контроль замыкания на землю, то вначале подается сигнал тревоги визуальный или звуковой при первичном нарушении изоляции между находящимися под напряжением и внешними проводящими частями или землей. Устройство должно инициировать сигнал о нарушении на все время его существования.

Примечание — В больших машинах применение локальных систем контроля может облегчить эксплуатацию оборудования.

Если применение автоматического системного отключения в соответствии с перечислением a), контролем по времени, определяемым классом А.1, не гарантирует защищенность, то добавочное заземление должно обеспечивать соответствие требованиям, определяемым классом А.3.

6.4 Защита путем использования системы безопасного сверхнизкого напряжения

6.4.1 Общие требования

Применение безопасного сверхнизкого напряжения (БСНН) предназначено для защиты людей от поражений электрическим током во время непрямого контакта и ограничения воздействия при прямом контакте (см. 8.2.5).

Цепи БСНН должны удовлетворять следующим условиям:

a) номинальное напряжение не должно превышать:

- 25 В действующего значения переменного тока или 60 В выпрямленного значения постоянного тока при эксплуатации оборудования в сухом помещении и наличии большой площади токоведущих частей, не закрытых от контакта с телом человека;
- 6 В действующего значения переменного тока и 15 В выпрямленного значения постоянного тока во всех других случаях.

Примечание — Пульсации для выпрямленного значения определяют по отношению к синусоидальным напряжениям и не более 10 % действующего значения;

b) одна из сторон цепи или точка источника питания этой цепи должна быть соединена с цепями защиты в отдельных цепях с опасным напряжением;

c) токоведущие части цепей БСНН должны быть изолированы от других токоведущих цепей. Средства изоляции должны быть не ниже тех, которые требуются для разделения первичной и вторичной цепей разделительного трансформатора (МЭК 61558-1 и МЭК 61558-2-6);

d) проводники БСНН должны быть электрически отделены от других проводников других цепей, на практике изоляцию цепей выбирают в соответствии с 13.1.3;

e) разъемные контактные соединения в цепях БСНН должны удовлетворять следующим требованиям:

1) штепсельные вилки не должны входить в розеточные части других цепей,

2) штепсельные розетки и розеточные части должны исключать возможность введения вилок других цепей.

6.4.2 Виды систем БСНН

Система БСНН должна быть одной из следующих:

- трансформатор с двойной изоляцией (разделительный) по МЭК 61558-1 и МЭК 61558-2-6;
- питающее устройство с двойной или эквивалентной изоляцией (мотор-генератор с обмоткой, обеспечивающей эквивалентную изоляцию);
- электрохимический источник или другой вид независимой питающей сети (дизель-генератор и т.п.);
- электронные силовые блоки, в случае нарушения изоляции снижающие напряжение на внешних зажимах до значений, не превышающих указанных в 6.4.1.

7 Защита оборудования

7.1 Общие положения

Ниже приведены меры, которые должны быть приняты для защиты оборудования от воздействия:

- перегрузки в результате короткого замыкания;
- перегрузки и/или потери охлаждения двигателями;
- дефектов заземления;
- скачков напряжения во время грозового разряда или переключения;
- аномальных температур;
- потерь или снижения напряжения питания;
- разносной частоты вращения для машины или ее узлов (разгон до разноса);
- замыкания на землю с превышением токов утечки;
- неправильного чередования фаз;
- перенапряжений, возникающих при работе освещения и переключениях осветительных устройств.

7.2 Защита от сверхтоков (токов короткого замыкания)

7.2.1 Общие положения

Защита от сверхтоков должна быть предусмотрена, как указано ниже, если ток в цепях машины может превысить номинальные значения тока или максимально допустимую расчетную нагрузку в проводах, при этом выбирают одно из номинальных значений. Номинальные значения или уставки пределов срабатывания защитных устройств выбирают согласно 7.2.10.

7.2.2 Питающие провода

Если нет особых указаний потребителя, поставщик не должен отвечать за поставку устройств защиты от сверхтоков для проводов, питающих электрооборудование машины (см. приложение В).

Поставщик электрооборудования должен указать на монтажной схеме сведения, необходимые для выбора этого устройства защиты от сверхтоков (см. 7.2.10 и 17.4).

7.2.3 Силовые цепи

Каждый токоведущий провод должен быть защищен устройством для обнаружения и прерывания сверхтоков, выбираемым по 7.2.10.

При разъединении токоведущих проводов не следует разъединять нижеуказанные провода:

- нейтральный проводник в силовых цепях переменного тока;
- заземленный проводник в силовых цепях постоянного тока;
- силовой проводник в цепи постоянного тока, подключенный к внешним проводящим частям подвижных машин.

В том случае, когда в системе питания с заземленной нейтралью сечение нейтрального провода равно, как минимум, сечению фазных проводов, тогда отпадает необходимость предусматривать средства для обнаружения и прерывания сверхтоков в нейтральном проводе.

Для нейтральных проводов с поперечным сечением меньшим, чем сечение фазных проводов, должны быть приняты меры, приведенные в МЭК 60364-5-52 (пункт 524).

В системах типа IT рекомендуется не применять нейтральный провод. Однако если такой провод используют, то необходимо предусматривать защиту от сверхтоков для этого провода в соответствии с МЭК 60364-4-43 (пункт 431.2.2).

7.2.4 Цепи управления

Провода цепей управления, соединенные непосредственно с силовой цепью и цепью питания трансформаторов в цепях управления, должны быть защищены от сверхтоков в соответствии с 7.2.3.

Провода цепей управления, питающиеся через трансформатор или от источников постоянного тока, должны быть защищены от токов короткого замыкания (см. 9.4.3.1):

- в цепях управления, соединенных с защитными цепями заземления, требуется установка защитного устройства только в коммутируемый проводник;
- все провода цепей управления, не соединенных с защитными цепями заземления;
- если поперечные сечения всех проводов цепей управления одинаковы, допускается установка защитного устройства только в коммутируемый проводник;
- если при монтаже различных ответвлений применены различные поперечные сечения проводов, следует устанавливать защитные устройства на всех проводах, питающих ответвления.

7.2.5 Разъемные контактные соединения и подводимые к ним провода

Защита от сверхтоков необходима для цепей, питающих разъемные контактные соединения общего назначения, которые предназначены в основном для подвода питания к вспомогательному оборудованию.

Устройства защиты от сверхтоков следует устанавливать в незаземленных токоведущих проводах каждой цепи, питающей такие разъемные контактные соединения.

7.2.6 Цепи освещения

Все незаземленные провода цепей освещения должны быть защищены от коротких замыканий отдельными устройствами защиты от сверхтоков, которые независимы от устройств, защищающих другие цепи.

7.2.7 Трансформаторы

Трансформаторы должны быть защищены от сверхтоков наиболее подходящим способом в соответствии с требованиями изготовителя. Такая защита должна (см. 7.2.10):

- предупреждать ложное отключение, вызываемое намагничивающими токами при включении трансформаторов;
- исключать нагрев обмоток, превышающий допустимое значение, определяемое классом изоляции трансформатора при воздействии токов короткого замыкания на его вторичной стороне.

Необходимо, чтобы тип и регулировка устройства защиты от сверхтоков соответствовали рекомендациям поставщика трансформатора.

7.2.8 Размещение устройств защиты от сверхтоков

Устройства защиты от сверхтоков следует подключать в том месте, где происходит снижение поперечного сечения защищаемого провода, либо какое иное изменение, снижающее нагрузочные характеристики проводов, при этом должны быть учтены следующие условия:

- допустимый ток проводов равен, по меньшей мере, значению тока нагрузки;
- участок провода от точки понижения нагрузочной способности до места соединения с устройствами защиты от сверхтоков не более 3 м;
- провода установлены таким образом, что снижается возможность возникновения короткого замыкания, например провода защищены оболочкой или каналом (трубопроводом).

7.2.9 Устройства защиты от сверхтоков (токов короткого замыкания)

Отключающая способность устройства (разрывная мощность) должна быть равна, по меньшей мере, току короткого замыкания, предполагаемому в месте установки устройства защиты. Там, где к току короткого замыкания, протекающему через защитные устройства, могут добавляться еще и другие токи (например, от электродвигателей и силовых компенсирующих конденсаторов), которые следует принимать во внимание.

Допускается более низкая отключающая способность, если есть другое устройство защиты (например, от сверхтоков в питающих проводах 7.2.2), обладающее необходимой отключающей способностью отключения, установленное на стороне питания. В таком случае характеристики этих устройств должны

быть согласованы таким образом, чтобы энергия, проходящая через два соединенных последовательно устройства (I^2t), не превысила того значения, которого могут выдерживать без отказа устройства защиты со стороны нагрузки и провода, защищаемые этими устройствами (МЭК 60947, приложение А).

Примечание — Для работы обоих устройств защиты от сверхтоков необходимо согласование их характеристик.

Там, где для защиты от сверхтоков используют предохранители, должны быть использованы плавкие вставки, принятые в стране пользователя, либо должны быть заключены соглашения по поставке заменяемых частей.

7.2.10 Номинальное значение тока и регулировка устройств защиты от сверхтоков

Номинальные токи плавких вставок предохранителей и токи уставок других устройств защиты от сверхтоков должны быть выбраны как можно меньшими по величине. При этом следует учитывать токи перегрузки, возникающие, например, при пуске двигателей или включении трансформаторов под напряжение. При выборе устройств защиты необходимо учитывать защиту коммутирующих устройств от перегрузки, например от приваривания контактов аппаратов.

Номинальный ток и значение токов уставки устройств защиты от сверхтоков определяются не только допустимой нагрузкой по току в защищаемых этими устройствами проводах в соответствии с 12.4, D.2, но и максимально возможным временем размыкания t в соответствии с D.3, учитывая необходимость в согласовании с другими электрическими приборами защищенной цепи.

7.3 Защита двигателей от перегрева

7.3.1 Общие положения

Все двигатели, мощность которых превышает 0,5 кВт, должны быть защищены от перегрева.

Исключения — Если автоматическое отключение двигателя является нежелательным (например, в насосах пожарного тушения), защитное устройство должно давать сигнал тревоги, способный вызвать ответные действия оператора.

Защита двигателей от перегрева должна производиться посредством:

- защиты от перегрузки (см. 7.3.2).

Примечание 1 — Устройства защиты от перегрузок выявляют параметры время/ток, превышающие расчетную полную нагрузку цепи, и инициируют соответствующую реакцию в цепях управления;

- защиты от превышения температуры (см. 7.3.3).

Примечание 2 — Устройства защиты выявляют превышение температуры и инициируют соответствующую реакцию в цепях управления;

- или защиты ограничением тока (см. 7.3.4).

Если при повторном автоматическом пуске двигателя (самопуске) после срабатывания защиты от перегрева может возникнуть опасная ситуация или может быть нанесен ущерб машине и производству, то должны быть предприняты меры по его предупреждению.

7.3.2 Защита от перегрузки

С целью обеспечения защиты от перегрузки датчики нагрузки должны быть установлены в каждый токопроводящий проводник, за исключением нейтрального.

Однако если датчик нагрузки не используется для защиты проводки (см. также D.2), число датчиков может быть снижено по согласованию с пользователем (см. также приложение В). Для однофазных двигателей или двигателей постоянного тока допускается установка только одного датчика на одном токоведущем незаземленном проводе. Когда защита от перегрузок производится отключением, выключатель должен отключить все токоведущие провода. Для защиты от перегрузки нет необходимости в отключении нейтрального проводника.

Если двигатели обладают специальными характеристиками для пуска и частого торможения (например, двигатели, используемые для осуществления быстрых перемещений, зажимов с частыми реверсами, высокоскоростных механизмов, глубокого сверления), то могут возникнуть трудности в реализации защиты от перегрузок ввиду того, что постоянная времени устройства сравнима с постоянной времени обмоток защищаемого двигателя. В этих случаях требуется использование устройств защиты, сконструированных применительно к двигателям специального назначения, или защиты от перегрева (превышения температуры обмоток, см. 7.3.3). Для двигателей, которые не могут быть перегружены ввиду их размеров или имеют механические средства защиты, защита от превышения температуры обмоток не требуется.

7.3.3 Защита от перегрева

Рекомендуется использование двигателей с температурной защитой (МЭК 60034-11), если условия охлаждения могут быть ухудшены (из-за отложений пыли). Встроенная тепловая защита не для всех типов двигателей может обеспечивать защиту при блокировке ротора или обрыве фазы, ввиду чего может возникнуть потребность в дополнительных мерах защиты.

Встроенная тепловая защита рекомендуется также для двигателей, которые не могут быть перегружены (например, тормозные, приводные, которые дополнительно защищены с помощью механических средств, или ввиду их соответствующих размеров), однако могут получить перегрев, например, из-за потери охлаждения.

7.3.4 Защита ограничением тока нагрузки

Когда защита трехфазных двигателей от перегрева основывается на ограничении тока нагрузки, число датчиков тока ограничивающих устройств может быть снижено с 3 до 2 (см. 7.3.2). Для однофазных двигателей или двигателей постоянного тока допускается применение токоограничения только в одном незаземленном проводнике.

7.4 Защита от аномальных температур

Цепи, нагреваемые при сопротивлении протеканию электрического тока, или другие, которые могут достигать или вызывать аномальные температуры (например, обусловленные кратковременным приростом или потерей охлаждающих возможностей) и стать, таким образом, причиной опасных ситуаций, должны быть оснащены чувствительным элементом, вызывающим немедленную реакцию органов управления.

7.5 Защита от прерывания или снижения напряжения питания и его последующего восстановления

Если снижение напряжения или прерывание питания может стать причиной опасной ситуации, нанести ущерб машине или производству, необходимо предусмотреть защиту от недопустимого снижения напряжения (минимальную) для обеспечения соответствующей защиты (например, отключение питания) при определенном уровне напряжения.

Если при работе машины допустимо отключение или снижение напряжения в течение короткого периода времени, то может быть использовано устройство с настройкой на минимальное напряжение. Работа устройства защиты с настройкой на минимальное напряжение не должна влиять на срабатывание какого-либо органа управления остановкой машины.

Повторный автоматический пуск (самозапуск) машины после восстановления напряжения или после включения входного напряжения питания должен быть невозможен, если это может создать опасную ситуацию.

Если снижение напряжения или прерывание питания может повлиять на работоспособность только части машины или группы машин, работающих вместе в согласованном порядке, необходимо предусмотреть такое размещение устройства на этой части, чтобы осуществлялся скоординированный контроль за работоспособностью остальной системы.

7.6 Защита двигателей от превышения частоты вращения

Защита от разносных частот вращения с учетом мер, указанных в 9.3.2, должна быть предусмотрена в том случае, когда это может привести к созданию опасной ситуации. Защита должна вызывать соответствующую реакцию системы управления и предотвращать повторный автоматический пуск. Защита должна работать в рамках, ограниченных техническими характеристиками привода.

Примечание — Защита должна состоять, например, из центробежного выключателя или регулятора ограничения скорости.

7.7 Защита с контролем токов утечки на землю

Как указано в 6.3, защиту этого вида используют для автоматического отключения оборудования во избежание повреждений, когда токи короткого замыкания недостаточны для срабатывания защиты от короткого замыкания.

Уставку аппаратов следует выбирать возможно малой для точного управления оборудованием.

7.8 Защита от нарушения последовательности чередования фаз

Если нарушения последовательности чередования фаз может вызывать нарушения в работе машины, должна быть обеспечена защита машины от этой опасности.

Примечание — Условия эксплуатации, которые могут привести к перекосу фаз, включают в себя:
- замену одного источника питания машины на другой;
- подключение мобильной машины к внешнему источнику питания.

7.9 Защита от перенапряжений, возникающих при работе освещения и переключениях осветительных устройств

Защитные устройства должны обеспечивать подавление перенапряжений, возникающих при работе освещения и переключениях осветительных устройств. При этом:

- устройства для подавления перенапряжений при работе освещения должны быть подключены непосредственно к вводным клеммам отключающих приборов;
- устройства подавления импульсов при переключениях должны подключаться через клеммы питания всего оборудования, требующего такую защиту.

8 Эквипотенциальные соединения

8.1 Общие требования

Раздел содержит требования к соединениям, которые выполняют одновременно рабочие и защитные функции. Рисунок 2 иллюстрирует эти функции.

Защитное заземление является основой для обеспечения защиты персонала от поражения электрическим током при непрямом контакте (см. 6.3.3 и 8.2).

Применение функционального заземления позволяет минимизировать:

- последствия от повреждения изоляции, которые могут вызывать нарушения в управлении машиной;
- последствия от влияния электрических помех на чувствительное электрооборудование, которые могут привести к нарушениям в управлении машиной.

Обычно функциональное заземление достигается присоединением к защитной заземляющей цепи. Однако в месте соединения уровень электромагнитных помех на защитной заземляющей цепи может оказаться недостаточно низок для обеспечения должного функционирования электрооборудования, тогда может потребоваться соединение функциональных цепей заземления отдельным функциональным заземляющим проводом (см. рисунок 2).

8.2 Цепь защиты

8.2.1 Общие положения

Цепь защиты включает в себя:

- зажим PE (см. 5.2);
- незащищенные токопроводящие части и проводящие части конструкции электрического оборудования машины;
- провода цепи защиты электрооборудования машины, в том числе скользящие контакты, являющиеся частью цепи;
- те внешние проводящие части, которые формируют конструкцию машины.

На подвижных машинах с источниками питания на борту цепи защиты сторонние токопроводящие части и все внешние токопроводящие части следует подключать к зажиму защитной цепи, чтобы обеспечивать защиту от поражения электрическим током. Если подвижную машину можно также подключать к внешнему источнику питания, то зажим ее цепи защиты одновременно должен быть контактом для подключения внешнего проводника защиты.

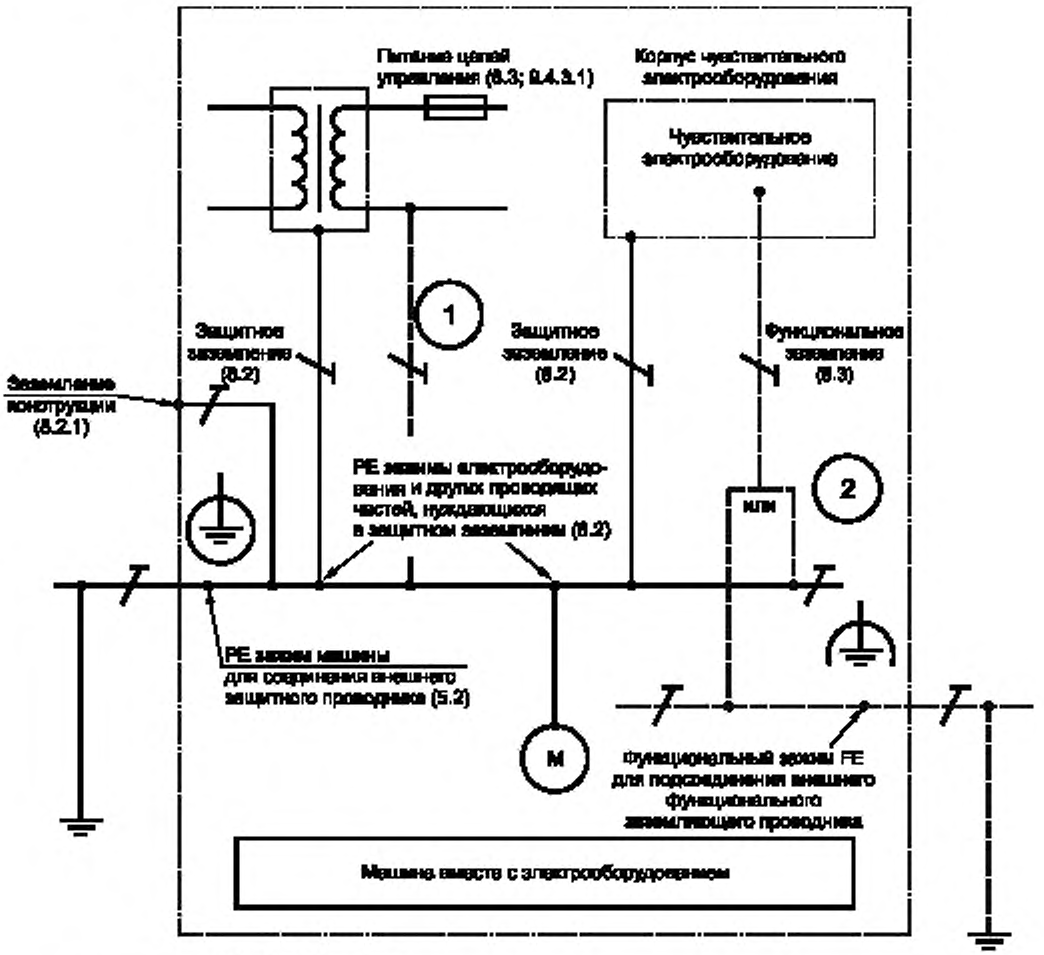
Примечание — Когда источник электропитания является частью стационарного или движущегося оборудования, а внешний источник питания не подключен (например, не подключено бортовое зарядное устройство), нет необходимости подключать такое оборудование к внешнему проводнику защиты.

Все части цепи защиты должны быть сконструированы таким образом, чтобы выдерживать наиболее высокие механические и термические напряжения, которые могут вызываться аварийными токами замыкания на землю, способными циркулировать в этих частях цепи защиты.

Если проводимость структурных элементов электрооборудования или машины меньше, чем у наименьшего защитного провода, подключенного к незащищенным токопроводящим частям, следует устанавливать заземляющий проводник при условии, что его поперечное сечение будет равно не менее чем половине сечения соответствующего защитного проводника.

Если используют систему питания типа IT и конструктивные части машины являются частью защитной заземляющей цепи, необходимо использовать устройство контроля токов утечки в соответствии с 6.3.3, перечисление с).

Проводящие конструктивные части оборудования в соответствии с 6.3.2.2 не требуют подключения к защитной заземляющей цепи. Если все оборудование соответствует 6.3.2.2, подключения сторонних токопроводящих частей машины к цепи защиты не требуется.



Примечание — Понятие «функциональный заземляющий проводник» ранее относилось к «малошумному» заземляющему проводнику и его «FE»- зажим ранее обозначался как «TE»-зажим (МЭК 60445).

Рисунок 2 — Пример эквипотенциального контура заземления для электрооборудования машины

8.2.2 Провода защиты

Провода защиты следует маркировать в соответствии с 13.2.2.

Рекомендуется использовать провода с медными проводниками. При использовании других, не медных проводов, их электрическое сопротивление на единицу длины не должно превышать допустимое значение для медных проводов, а их поперечное сечение не должно быть менее 16 мм^2.

Поперечное сечение проводов защиты следует определять в соответствии с требованиями:

- МЭК 60364-5-54 (пункт 543) или
- МЭК 60439-1 (пункт 7.4.3.1.7).

Это требование подтверждается в большей части случаев, если отношение между поперечным сечением токоведущих проводов, соединенных с этой частью оборудования, и сечением соответствующего проводника цепи защиты удовлетворяет таблице 1 (см. 5.2).

Необходимо также учесть требования 8.2.8.

8.2.3 Непрерывность цепи защиты

Все внешние электропроводящие части электрооборудования или машины (машин) должны быть соединены с цепью защиты в соответствии с 8.2.1.

Исключение см. 8.2.5.

Если какая-либо часть удаляется, например при ремонтных работах, то защитная цепь для оставшихся не должна быть прервана.

Точки соединений и заземления следует выполнять таким образом, чтобы их токопроводящие характеристики не ухудшались при механических, химических и электрохимических воздействиях. При использовании кожухов или проводов из алюминия или его сплава необходимо, в частности, учитывать последствия электролитической коррозии.

Гибкие или жесткие металлические каналы и металлические оболочки кабелей не следует использовать в качестве проводов защиты. Однако такие металлические каналы и металлическая защита кабелей (например, стальная труба, обшивка, свинцовая оболочка и т.д.) должны быть соединены с цепью защиты.

Непрерывность цепи защиты должна быть обеспечена также для электрооборудования, которое монтируется на закрывающиеся крышки, двери и поворотные панели. Эта непрерывность должна достигаться не системами закрытия, шарнирами, несущими шинами, а проводами защиты, которые соединены с оборудованием (см. 8.2.2). В противном случае следует использовать фастен-контакты, петли или скользящие контакты, защищенные от коррозии, для того чтобы обеспечить низкое сопротивление (см. 18.2.2, испытание 1).

Непрерывность гибких проводников защиты, которые легко повредить (например, гибкого тягового кабеля), должна быть обеспечена с помощью соответствующих средств (например, контроля проводимости).

В отношении требований непрерывности для проводников защиты, включающих щетки, провода и контактные кольца, см. 12.7.2.

8.2.4 Исключение коммутационных аппаратов из цепи защиты

Цепь защиты не должна содержать коммутационных аппаратов, устройств защиты от сверхтоков (например, выключателей, предохранителей). Однако цепи защиты должны иметь возможность для установки средств разъединения.

Исключение — Цепи для питания испытательного или измерительного оборудования, расположенные в закрытых оболочками зонах с электроаппаратурой, доступ к которой невозможен без использования ключа или инструмента.

Если непрерывность цепей защиты зависит от применения съемных токовых коллекторов или разъемов, то следует обеспечивать размыкание остальных контактов раньше размыкания контакта в цепи защиты. Это требование относится также и к разъемам заменяемых или выдвигаемых блоков (см. 13.4.5).

8.2.5 Детали, подсоединение которых к цепи защиты не требуется

Некоторые сторонние электропроводящие части не требуется подсоединять к цепи защиты, если они установлены таким образом, что не могут вызывать опасности, так как:

- не имеют широких контактных поверхностей или не могут быть захвачены рукой из-за их малых размеров (менее 50 × 50 мм),
- установлены таким образом, что контакт с токоведущими частями или нарушение изоляции являются невозможными.

Это распространяется на мелкие детали, такие как винты, заклепки, сигнальные таблички и детали, расположенные внутри кожуха, независимо от их размера (например, электромагниты контакторов или реле, механические части устройств) [МЭК 60364-4-4-41 (пункт 410.3.3.5)].

8.2.6 Присоединение проводов защиты

Все провода защиты должны быть подключены в соответствии с 13.1.1. Запрещается использовать соединения проводов защиты в качестве зажимов, которые используются для соединения и фиксации между собой устройств или деталей.

Каждую точку подключения провода защиты следует обозначать символом [МЭК 60417- 5019 (DB:2002-10)] или PE, причем использование графического символа предпочтительнее. Возможно использование маркировки комбинацией цветов ЖЕЛТЫЙ и ЗЕЛЕНЫЙ или сочетанием всех вышеприведенных средств.

8.2.7 Мобильные машины

На мобильных машинах с бортовыми источниками питания защитные проводники, проводящие части конструкции электрооборудования и другие сторонние проводящие части конструкции машины должны быть соединены с зажимом защитного заземления для обеспечения защиты от поражения электрическим током.

В местах для подключения таких машин к внешним источникам питания этот зажим должен соединяться с внешним защитным проводником.

Примечание — В том случае, когда источник электрической энергии, установленный стационарно на мобильной или подвижной машине, не требует подключения к внешней силовой цепи, например для подзарядки, тогда не должно быть такого соединения с внешним защитным проводником.

8.2.8 Дополнительные требования к защитному заземлению для электрического оборудования, у которого токи утечки превышают 10 мА переменного или постоянного тока

Примечание 1 — Токами утечки в соответствии с МЭК 442-01-24 называются токи, протекающие между находящимися под напряжением токопроводящими частями и землей в результате нарушения изоляции. Этот ток может содержать емкостную составляющую, возникающую в результате преднамеренного использования конденсаторов.

Примечание 2 — Большинство электроприводов для регулирования скорости, соответствующих требованиям МЭК 61800, имеют токи утечки на землю, превышающие 3,5 мА переменного тока. Токи измерительных методов, установленные МЭК 61800-5-1, определяются как токи утечки для электроприводов.

Когда электрическое оборудование имеет токи утечки (например, регулируемые электроприводы или оборудование информационных технологий), превышающие 10 мА переменного или постоянного тока, при любом внешнем источнике питания должны быть соблюдены одно или более условий для совмещения защитных цепей заземления:

a) защитный проводник должен иметь по всей длине поперечное сечение не менее 10 мм^2 для медной жилы или 16 мм^2 — для алюминиевой;

b) если защитный проводник имеет сечение менее вышеуказанных, должен быть проложен второй защитный проводник с неменьшим сечением между точками, до которых выполняются требования по сечению защитных проводников;

Примечание 3 — Для обеспечения выполнения этого требования необходимо на электрооборудовании иметь отдельный зажим для второго защитного проводника.

c) автоматическое отключение питания при потере электропроводимости защитным проводником.

При дублировании проводников защиты следует учитывать требования 4.4.2 в части предотвращения нарушений, связанных с электромагнитными помехами. Кроме того, предупреждающая табличка должна быть установлена на зажиме PE и, при необходимости, на монтажной панели электрооборудования. В соответствии с требованиями 17.2, перечисление b), 1), должна предоставляться информация пользователю относительно токов утечки и минимального сечения внешнего защитного проводника.

8.3 Функциональное заземление (в целях обеспечения работоспособности оборудования)

Защита от последствий, связанных с нарушением изоляции, которые могут сказаться на управлении машиной, достигается соединением обычным проводником в соответствии с 9.4.3.1. По устранению влияния электромагнитных помех на работу электрооборудования, чувствительного к ним, даны рекомендации в 4.4.2.

8.4 Меры по ограничению эффектов от высоких значений токов утечки

Эффект от влияния высоких значений токов утечки должен сниматься путем подключения оборудования с такими токами через питающий трансформатор с раздельными обмотками. Незащищенные токопроводящие части оборудования и вторичные обмотки трансформатора, кроме того, должны быть подключены к защитным цепям заземления. Проводники цепей защиты, проложенные между оборудованием и вторичными обмотками трансформатора, должны соответствовать одному или нескольким из требований, предписываемых 8.2.8.

9 Функции и цепи управления

9.1 Цепи управления

9.1.1 Питание цепи управления

Когда используется питание от сети переменного тока, обязательным является использование трансформаторов для питания цепей управления. Эти трансформаторы должны быть с раздельными обмотками. Если применяют несколько трансформаторов, рекомендуется их соединять таким образом, чтобы напряжения во вторичных обмотках совпадали по фазе.

Когда цепи управления постоянного тока получают питание от сети переменного тока, имеющей соединение с цепью защиты (см. 8.2.1), они должны питаться через отдельную обмотку трансформатора цепи управления переменного тока или через другой трансформатор цепи управления.

Примечание — Этим требованиям в соответствии с МЭК 61558-2-17 отвечают коммутационные модули, монтируемые на трансформаторах с раздельными обмотками.

Если машины оснащены только одним пусковым устройством двигателя и/или максимум двумя приборами управления (например, устройство блокировки, станция управления «Старт-Стоп»), использование трансформаторов может быть необязательным.

9.1.2 Напряжения в цепях управления

Необходимо, чтобы номинальные значения напряжения согласовывались с правильной работой цепи управления. Номинальное напряжение не должно превышать 277 В, когда цепь питается от трансформатора.

9.1.3 Защита

Цепи управления должны быть защищены от токов короткого замыкания в соответствии с 7.2.4 и 7.2.10.

9.2 Функции управления

Примечание 1 — Информация относительно аспектов управления, связанных с безопасностью, приводится в ИСО 13849-1, ИСО 13849-2 и МЭК 62061.

Примечание 2 — Требования этого подраздела не относятся к конкретному оборудованию, исполняющему функции управления. Примеры требований по применению в конкретном оборудовании даны в разделе 10.

9.2.1 Функции пуска

Функции пуска должны действовать в результате возбуждения соответствующей цепи (см. 9.2.5.2).

9.2.2 Функции остановки

Имеются три категории функций остановки:

0 — остановка немедленным отключением подвода питания от исполнительных механизмов (т.е. неконтролируемая остановка, см. 3.56);

1 — контролируемая остановка (см. 3.11) с сохранением подвода питания к исполнительным механизмам до самой остановки машины, с последующим отключением подвода питания, после того как остановка осуществлена;

2 — контролируемая остановка с сохранением подвода питания к исполнительным механизмам.

9.2.3 Рабочие режимы

Каждая машина может иметь один или несколько рабочих режимов, которые определяются типом машины или ее применением. Если выбор (переключение) режима работы может привести к возникновению опасных ситуаций, такой режим должен быть исключен соответствующим устройством (например, переключателем, запираемым на ключ, кодом доступа). Выбор рабочего режима не должен приводить к срабатыванию машины. Для этого должно потребоваться отдельное действие оператора.

Соответствующие режиму средства защиты и/или меры безопасности должны быть эффективны в своем рабочем режиме.

Требуется обеспечивать индикацию выбранного режима, например, положением привода селектора, индикаторными лампами или на дисплее.

9.2.4 Приостановка действия средств защиты и/или мер безопасности

Если необходимо временно нейтрализовать действие средств защиты и/или мер безопасности, например для регулировки или обслуживания, следует обеспечивать безопасность:

- нейтрализацией управления в других режимах работы,

- другими соответствующими мерами [см. ИСО 12100-2 (пункт 4.11.9)], которые могут включать, например, одну или несколько из приведенных ниже:

приведением в движение устройствами управления при удержании (толчкового типа) или эквивалентного действия,

применением переносного пульта управления, оснащенного устройством аварийной остановки и, если необходимо, блокиратором работы с пульта. Если используется переносной пульт, управление движением может осуществляться только с этого пульта,

применением дистанционного (беспроводного) пульта управления, оснащенного устройством аварийной остановки в соответствии с 9.2.7.3 и, если требуется, блокиратором работы с пульта. Если используется дистанционный пульт, управление движением возможно осуществлять только с этого пульта,

ограничением скорости движения или мощности,

ограничением диапазона движения.

9.2.5 Работа

9.2.5.1 Общие положения

Для безопасной работы машины должны быть предусмотрены все необходимые защитные меры и блокировки безопасности (см. 9.3).

Должны быть приняты меры по ограничению движения машины в неуправляемом режиме после остановки любой категории (например, потери охлаждения, нарушения в электропитании, при замене батарей, потере сигналов дистанционного управления).

При наличии на машине нескольких пультов управления следует принять меры по исключению подачи с разных пультов команд, ведущих к возникновению опасных ситуаций.

9.2.5.2 Пуск

Рабочий пуск должен быть возможен только тогда, когда все меры безопасности предприняты, а также в наличии и исправности защитные устройства, за исключением условий, описанных в 9.2.4.

Для обеспечения безопасной и правильной последовательности пуска должны быть предусмотрены соответствующие блокировки.

Для некоторых машин (например, мобильных) с неопределенными режимами работы управление должно осуществляться руками при использовании устройства с удержанием при управлении и, при необходимости, блокиратора работы с пульта.

На машине, требующей применения нескольких пультов управления для приведения в действие, каждый пульт должен быть оборудован пусковым устройством с ручным управлением. Пусковые устройства должны соответствовать следующим требованиям:

- все условия, необходимые для управления машиной, должны быть соблюдены;
- все приборы управления пуском перед разрешающей командой управления должны быть в положении «разъединение» (остановка), тогда
- все приборы управления пуском должны активироваться похожим образом (действия при управлении должны совпадать, см. 3.6).

9.2.5.3 Остановка

Остановки категорий 0, 1 и/или 2 должны осуществляться в зависимости от оценки возможного риска и функциональных нарушений в машине (см. 4.1).

Примечание — Устройства разъединения питания применяют при использовании остановки категории 0.

Функции остановки должны преобладать над функциями пуска (см. 9.2.5.2).

В случае необходимости, может быть предусмотрено объединение устройств защиты и блокировки. При их применении может оказаться необходимым соответствующая сигнализация для системы управления. Отмена функции остановки не должна создавать опасных ситуаций.

Если управление машиной осуществляется более чем с одного пульта управления, команды на останов машины должны исполняться при их активизации с любого из пультов, если это обосновано оценкой возможного риска для машины.

9.2.5.4 Аварийное управление (аварийная остановка, аварийное отключение).

9.2.5.4.1 Общие положения

Эта часть настоящего стандарта определяет требования к аварийной остановке и аварийному отключению как функциям аварийного управления, перечисленным в приложении Е, в том числе инициируемым однократным действием человека.

Применительно к функциям аварийной остановки (см. 10.7) или аварийного отключения (см. 10.8) их активация должна прекращать действие следующей команды и поддерживаться до момента отмены. Отмена должна осуществляться ручным воздействием в том месте, где ранее она была активирована. Отмена не должна вызывать самопуск машины, а должна только разрешать подачу команды на пуск.

Должен быть исключен пуск машины, пока все команды на аварийный останов не будут сняты, то же и для аварийного отключения питания, пока не сняты все команды на аварийное отключение.

Примечание — Аварийный стоп и аварийное отключение являются дополнительными мерами по отношению к первичным средствам по снижению риска опасностей, например захвата, попадания в ловушку, поражения электрическим током или ожога (ИСО 12100).

9.2.5.4.2 Аварийная остановка

Принципы проектирования оборудования для аварийного останова, включая функциональные аспекты, приведены в ИСО 13850.

Аварийный останов может быть реализован в одной из двух категорий: как в категории 0, так и в категории 1 (см. 9.2.2). Выбор категории зависит от результатов расчета рисков на машине.

В дополнение к требованиям 9.2.5.3 функции аварийной остановки должны удовлетворять следующим требованиям:

- должны отменяться все другие действия и функции во всех режимах;
- подвод питания к исполнительным механизмам, который может вызвать опасные(ую) ситуации(ю), должен быть отключен немедленно (останов категории 0), либо контролируемый останов опасных движений настолько быстрый, насколько это возможно, чтобы не создавать других опасных ситуаций (останов категории 1);
- возврат в первоначальное (исходное) состояние не должен вызывать самопуска.

9.2.5.4.3 Аварийное отключение

Вопросы функционирования в режиме аварийного отключения изложены в МЭК 60364-5-53 (пункт 536.4).

Аварийное отключение должно обеспечивать:

- защиту от прямого контакта (в кроссовых панелях, контактных кольцах, перемещаемых выдвижных блоках с электроаппаратурой в рабочих зонах), что может быть получено установкой в закрытую зону или за барьер (6.2.6);
- защиту, где это возможно, от других рисков и нарушений, производимых электричеством.

Аварийное отключение является окончательным в реализации отключения соответствующими электромеханическими устройствами приводов машины от внешней питающей сети в категории 0 («стоп»). Когда на машине не может быть реализована категория останова 0, может быть необходимым применение других видов защиты, например от прямого прикосновения таким образом, чтобы в аварийном отключении не было необходимости.

9.2.5.5 Контроль действий управления

Любое движение или действие машины или ее частей, которое может явиться причиной возникновения опасной ситуации, должно производиться только при контроле положения, превышения скорости двигателя с помощью устройств контроля, например перебега, механической перегрузки или устройств контроля предотвращения столкновения рабочих органов.

Примечание — На управляемых вручную машинах операторы сами имеют возможность осуществлять такой контроль.

9.2.6 Различные функции управления

9.2.6.1 Управление, требующее удерживающего действия

Для выполнения команд такого свойства необходимо оказывать постоянное воздействие на приборы управления (толчковый режим).

Примечание 1 — Управление с удержанием может быть совмещено с управлением двумя руками (двуручным).

9.2.6.2 Управление двумя руками

В соответствии с ИСО 13851 [14] имеется три типа управления двумя руками, выбираемыми в зависимости от оценки рисков машин. Они должны включать в себя следующие характеристики:

управление типа I — требует:

- наличия двух приборов управления исполнительными механизмами для согласованного воздействия двумя руками;

- удерживающего воздействия в присутствии опасных ситуаций;
- прерывания работы, если один из органов управления отпущен, в присутствии опасной ситуации.

Устройства для управления типа 1 не предназначены для реализации управления опасными операциями.

Управление типа 2 — это управление типа I, требующее освобождения обоих органов управления устройствами перед повторным пуском.

Управление типа 3 — управление типа 2, требующее согласованного действия приборов управления в следующих условиях:

- устройства управления должны приводиться в действие в ограниченный промежуток времени, не превышающий 0,5 с,
- если это предельное время превышено, оба устройства управления должны быть отпущены, для того чтобы появилась возможность нового пуска.

9.2.6.3 Управление разблокированием (деблокирование)

Управление разблокированием (см.10.9) осуществляется через ручное управление функцией блокирования, если:

a) в одном положении разрешается работа машине при подаче на нее дополнительной команды на пуск,

b) в ином положении оно:

- должно вызывать функции останова движения,
- запрещать включение машины в работу.

Управление разблокированием должно быть организовано таким образом, чтобы минимизировать возможность его обхода, например требованием по отключению разблокирования перед пуском машины в работу. Должна быть исключена возможность отмены функции управления разблокированием без применения специальных команд.

9.2.6.4 Совмещенное управление пуском и остановкой

Кнопки и другие подобные устройства управления, которые в процессе своей работы поочередно включают или останавливают движение, следует использовать только для тех функций, которые не могут привести к опасным ситуациям.

9.2.7 Дистанционное беспроводное управление

9.2.7.1 Основные положения

В настоящем разделе рассматривают функциональные требования к системам, передающим команды управления между системой управления машиной и пультом оператора, например по радио или в инфракрасном диапазоне.

Примечание 1 — Некоторые из таких систем имеют комплексное решение и могут применять цифровую технику связи, которая использует специальные кабели (коаксиальные, оптические, парной скрутки).

Должно быть обеспечено легкое подключение или отключение операторского пульта к (от) питающей сети (см. 9.2.7.3).

Должны быть в наличии (ключ оператора, код) средства, если необходимо, для ограничения доступа к пульту оператора. Каждый пульт управления должен иметь четкую индикацию о том, какой(ми) машиной(ами) управляет данный пульт.

9.2.7.2 Ограничения в системе управления

Должны быть предприняты все меры, чтобы управление обеспечивало:

- воздействие только на определенную машину;
- выполнение только определенных функций.

Должны быть предприняты все меры, препятствующие обмену иными, чем установлено, сигналами между машиной и пультом управления.

Если это необходимо, то конструкцией машины должна быть предусмотрена возможность управления с пульта в одной или нескольких ограниченных зонах или местах.

9.2.7.3 Стоп

Пульты должны быть оснащены отдельными четко идентифицируемыми средствами реализации на машине функции «Стоп» или функции отключения всех движений, ведущих к созданию опасной ситуации. Органы управления этими функциями не должны иметь обозначений функций систем аварийной остановки, однако через функцию «Стоп» на машине может быть реализована функция «Аварийный стоп».

Машина с дистанционным пультом управления должна быть оборудована средствами автоматической остановки и предотвращения потенциально опасных операций в следующих случаях:

- если получен сигнал на остановку;
- если обнаружено нарушение в дистанционной системе управления;
- если команда (включающая в том числе и сообщение о нормальной работоспособности связи) не может быть определена в период предварительной задержки перед исполнением (приложение В), за исключением решения машиной задачи предпусковой подготовки вне зоны действия пульта, где опасные ситуации принципиально не могут наступить.

9.2.7.4 Использование более чем одного дистанционного пульта управления

На машине, управляемой более чем с одного дистанционного пульта, должны быть предприняты меры, для того чтобы в данное время имелась возможность управлять только с одного из пультов. Индикация о том, что пульт управления задействован в управлении машиной, должна быть обеспечена в определенной локальной зоне как предопределяющая опасные состояния на машине.

Исключение — Команда стоп должна реализоваться с любого из установленных на машине пультов, когда это потребуется в соответствии с оценкой рисков.

9.2.7.5 Дистанционные пульты управления с автономным питанием от батарей

Колебания напряжения питающих батарей не должно приводить к опасному состоянию. Если одно или более потенциально опасных движений управляются с пульта с автономным питанием, оператор должен иметь информацию об изменении напряжения сверх допустимых ограничений. В данных обстоятельствах дистанционный пульт должен иметь возможность функционировать так долго, чтобы оператор имел время на вывод машины из неблагоприятных условий.

9.3 Защита взаимной блокировкой

9.3.1 Повторное запирание или возврат в исходное состояние взаимно блокированных защитных ограждений

Повторное запирание или возврат в исходное состояние взаимно блокированных защитных ограждений не должны быть причиной движения или работы машины, которые могли бы создать опасную ситуацию.

Примечание — Требования по взаимной блокировке ограждений с функциями пуска (управляемое ограждение) даны в ИСО 121000-2 (пункт 5.3.2.5).

9.3.2 Ограничение хода

Когда превышение ограничений по управлению (перебег, превышение скорости, давления) может создать опасную ситуацию, необходимо предусмотреть установку ограничивающих датчиков для реализации соответствующих функций управления.

9.3.3 Вспомогательные функции

Правильное управление вспомогательными функциями следует контролировать соответствующими устройствами (например, датчиками давления).

Если неработоспособное состояние двигателя или устройства для выполнения вспомогательных функций (например, смазки, охлаждения или удаления стружки) может привести к возникновению опасных ситуаций, повреждению машины или ухудшению производственного процесса, в этом случае необходимо предусмотреть установку устройства блокировки, чтобы уменьшить такую опасность.

9.3.4 Взаимные блокировки между различными операциями и противоположными движениями

Все контакторы, реле и другие устройства, которые управляют элементами машины и могут создать опасные условия при их одновременном срабатывании (например, одновременное управление двумя противоположными движениями), должны взаимно блокироваться, чтобы исключать неправильные операции.

Реверсивные контакторы (например, управляющие направлением вращения двигателя) должны взаимно блокироваться таким образом, чтобы при нормальной эксплуатации в момент переключения не могло произойти короткого замыкания.

Если для безопасности или для обеспечения непрерывности операций некоторые функции машины должны быть взаимосвязаны, необходимо достичь надлежащей координации взаимной блокировкой. Для группы машин, работающих вместе в согласованном порядке и оборудованных более чем одним устройством управления, в случае необходимости следует предусмотреть меры для координации работы аппаратуры управления.

В тех случаях, когда при подключенном питании привода из-за неисправности механического тормоза возникает опасное состояние неуправляемого торможения, взаимная блокировка должна отключать питание привода.

9.3.5 Торможение реверсированием тока (противовключение)

При использовании на двигателе торможения противовключением необходимо принимать действенные меры, исключающие изменение направления вращения в конце торможения, если реверсирование может создавать опасные условия, приводить к повреждению машины или нарушению производственного процесса. Для этих целей не допускается применение устройства, действие которого основано исключительно только на временных уставках.

Цепи управления должны быть устроены таким образом, чтобы вращение вала вручную или другим способом не создавало опасных ситуаций.

9.4 Функции управления при наступлении отказа

9.4.1 Общие требования

Если отказы или нарушения в работе электрооборудования могут создавать опасную ситуацию, наносить ущерб машине или повлиять на производственный процесс, необходимо принимать соответствующие меры, чтобы свести до минимума возможность возникновения таких отказов и нарушений. Требуемые меры и их объем как по отдельности, так и в сочетании, зависят от уровня опасности, связанного с их применением (см. 4.1).

Цепи управления должны соответствовать уровню безопасности, определяемому по результатам оценки рисков на машине. При этом следует руководствоваться требованиями МЭК 62061 и/или ИСО 13849-1, ИСО 13849-2.

Меры по снижению опасности включают в себя, но не ограничиваются нижеследующими:

- устройства защиты на машине (например, защитные ограждения с блокировкой, расцепляющие устройства);
- защитную взаимную блокировку электрической цепи;
- использование испытанных схем и компонентов (см. 9.4.2.1);
- частичное или полное резервирование (см. 9.4.2.2) или разнесение функций управления по разным типам цепей управления (электро, гидропневмо и др.) (см. 9.4.2.3);
- проведение функциональных испытаний (см. 9.4.2.4).

Если сохранение памяти зависит, например, от питающих батарей, должны быть предприняты меры по исключению попадания в опасную ситуацию при нарушении или замене батарей. Должны быть предприняты меры по исключению несанкционированного или случайного допуска к внесению изменений в память, например, использованием кодов допуска, ключей или инструмента.

9.4.2 Меры для снижения рисков в случае отказа

9.4.2.1 Использование испытанных схем и компонентов

Среди прочих эти меры включают в себя, например:

- подключение цепей управления к защитным заземляющим цепям в целях обеспечения работоспособности (см. 9.4.3.1 и рисунок 2);
- подключение приборов управления в соответствии с 9.4.3.1;
- остановку отключением энергии в соответствующей цепи (см. 9.2.2);
- отключение всех токоведущих проводников в цепях управления (см. 9.4.3.1);
- использование устройств с плюсовой функцией отключения (МЭК 60947-5-1);
- принятие конструктивных решений для уменьшения возможности отказа, вызывающего нежелательные действия.

9.4.2.2 Обеспечение частичного или полного резервирования

Путем частичного или полного резервирования возможно свести к минимуму вероятность того, что единичный отказ электрической цепи приведет к опасной ситуации. Резервирование может быть эффективным при нормальной работе (постоянное включение ON-Line) или выполняться специальными цепями, которые берут на себя функцию защиты только при нарушении нормальной работы (автономное резервирование).

Когда используют автономное резервирование, которое неактивизировано при нормальной работе, для обеспечения того, чтобы эти цепи управления были в эксплуатационной готовности в случае необходимости, следует принять соответствующие меры.

9.4.2.3 Применение разнесения

Применение принципа разнесения функций управления с различными принципами работы или с устройствами различных типов может уменьшить вероятность отказов, ведущих к увеличению опасности. Например:

- используя комбинацию замыкающих и размыкающих контактов управления для блокировки с ограждениями;

- используя в цепях управления компоненты различных типов;
- сочетая в конфигурациях резервирования электронное и электромеханическое оборудование.

Комбинируя электрические и неэлектрические системы (например, гидравлические, механические, пневматические), можно улучшить функции резервирования и обеспечить разнесение.

9.4.2.4 Функциональные испытания

Функциональные испытания могут быть проведены автоматически системой управления или вручную в ходе осмотра, а также в процессе пусковых испытаний или определенного периода работы, или же комбинируя вышеуказанные способы в зависимости от ситуации (см. 17.2 и 18.6).

9.4.3 Защита от ошибочных коммутационных операций из-за замыканий на землю, прерываний напряжения и потери проводимости

9.4.3.1 Замыкания на землю

Замыкания на землю любой цепи управления не должны вызывать никаких непреднамеренных пусков, создавать потенциально опасных движений или создавать препятствия остановке машины.

Отвечающие этим требованиям методы включают в себя, но не ограничиваются, следующим:

Метод а) Цепи управления, питающиеся от трансформаторов управления:

1) В случае заземления питания цепей управления одиночный проводник должен быть подключен к защитной заземляющей цепи в точке подвода питания. Все контакты, твердотельные и им подобные элементы, которые предназначены для управления электромагнитными и другими устройствами (например, реле, сигнальными лампами), следует располагать между одним размыкаемым проводником цепи управления и зажимом обмотки управления или управляемым элементом. Другой зажим обмотки или элемента (предпочтительно имеющий одинаковую маркировку) следует соединить непосредственно с проводником цепи управления, не содержащим размыкающих элементов (см. рисунок 3).

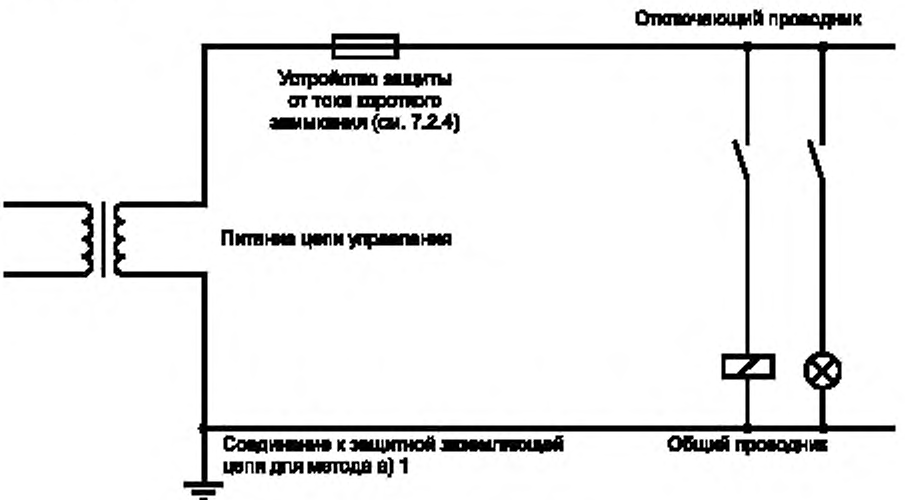


Рисунок 3 — Метод а)

Исключение — Контакты защитных устройств могут быть размещены между общим проводником и обмотками управления, если:

- цепи размыкаются автоматически при замыкании на землю или
- соединение достаточно короткое (например, в пределах оболочки), чтобы замыкание на землю было маловероятным.

2) Питающиеся от трансформатора цепи управления в соответствии с изображением на рисунке 3, которые не соединены с цепью защитного заземления, должны быть оснащены устройством контроля изоляции, которое должно размыкать и автоматически отключать эту цепь управления при наличии неисправности заземления (см. 7.2.4).

Метод b) Цепи управления подключены к трансформатору управления с выведенной средней точкой обмотки, соединенной с защитными заземляющими цепями согласно рисунку 4, оборудуются защитными устройствами, имеющими отключающие элементы во всех питающих цепи управления проводах.

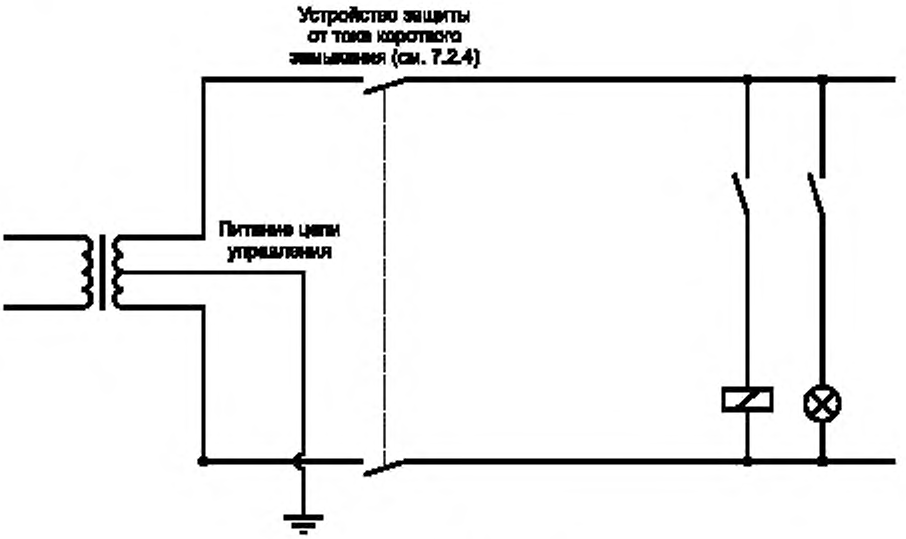


Рисунок 4 — Метод б)

Примечание 1 — При замыкании на землю в цепях, питающихся по представленной на рисунке 4 схеме, на обмотках реле может оставаться до 50 % напряжения питания. В результате удержания реле появляется вероятность невозможности останова машины.

Примечание 2 — Обмотки или устройства могут отключаться как с одной из сторон, так и с двух сторон.

Метод c) Цепи управления не питаются от трансформатора в том или другом вариантах:

1) цепь управления включена непосредственно между фазными проводами сети питания, из которых один заземлен,

2) цепь управления включена непосредственно между фазными проводами или фазным проводом и нейтральным проводом, который не заземлен либо заземлен через высокий импеданс (резистор, разрядник).

Для такой машины, в которой могут возникать аварийные ситуации или повреждения в случае непреднамеренного пуска или отказа при остановке, в функции «Пуск» и «Стоп» следует применять многополюсные управляющие выключатели, которые прерывают все токопроводящие проводники. Исключение — случаи, указанные в перечислении c), 2), когда следует применять устройство, обеспечивающее автоматическое отключение всех токопроводящих проводников при замыкании на землю.

9.4.3.2 Прерывания напряжения

Необходимо применять требования в соответствии с 7.5.

При использовании в системе управления запоминающего устройства должна быть обеспечена нормальная работа в случае нарушения питания (например, при использовании запоминающего устройства с сохранением информации при отключении питания), если стирание информации в памяти устройства может повлечь за собой создание опасной ситуации.

9.4.3.3 Нарушение непрерывности цепей

Если непрерывность в цепи управления зависит от состояния скользящего контакта и может повлиять на возникновение опасной ситуации, то следует предпринять соответствующие меры (например, дуплексирование таких контактов).

10 Пульт управления и устройства (приборы) управления, установленные на машине

10.1 Общие положения

10.1.1 Общие требования к устройствам управления (приборам)

Настоящий раздел содержит требования к приборам, расположенным с внешней стороны или же частично выступающим наружу из оболочек, защищающих их от внешних воздействий.

По мере возможности эти приборы следует выбирать, монтировать, обозначать и маркировать в соответствии с МЭК 61310.

Возможные случайные воздействия на приборы должны быть минимизированы за счет размещения, удобной конструкции, обеспечения соответствующих мер защиты. Индивидуальные решения должны быть применены при выборе, встройке, программировании и использовании оперативных устройств ввода, таких как сенсорный экран, панель или клавиатура, для использования при управлении в опасных режимах эксплуатации (МЭК 60447).

10.1.2 Размещение и монтаж

По мере возможности устройства (приборы) управления должны быть (если они установлены на машине):

- легкодоступны в процессе работы и при обслуживании;
- смонтированы так, чтобы свести к минимуму возможность их повреждения при обслуживании или подаче материалов.

Органы управления приводимых в действие вручную приборов должны выбираться и устанавливаться таким образом, чтобы:

- находиться на высоте над уровнем рабочей площадки не менее 0,6 м и быть легкодоступными для оператора в его обычном рабочем положении;
- не создавать опасных ситуаций для оператора во время управления.

Органы управления устройств, приводимых в действие ногами, должны выбираться и устанавливаться таким образом, чтобы:

- быть легкодоступными для оператора в его обычном рабочем положении;
- не создавать опасных ситуаций для оператора во время управления.

10.1.3 Защита от внешних воздействий

Степень защиты (МЭК 60529) вместе с другими соответствующими мерами должна обеспечивать защиту от:

- воздействия агрессивных жидкостей, паров или газов, образующихся в физической среде, окружающей машину или используемых в ней;
- проникновения посторонних загрязнений (например, стружек, пыли, частиц вещества).

Кроме вышеуказанных мер, приборы в устройствах управления должны обладать минимальной защитой против прямого прикосновения степени IPXXD (МЭК 60529).

10.1.4 Датчики положения

Датчики положения (например, путевые конечные выключатели, бесконтактные путевые выключатели) должны быть так установлены, чтобы исключить их повреждение в случае перебега рабочих органов станка.

Когда в цепях, предусмотренных для функций безопасности управления и защиты, используются датчики положения, необходимо предусмотреть их плюсовое управление выключением (МЭК 60947-5-1) либо должна достигаться аналогичная надежность (см. 9.4.2).

Примечание А — Функция безопасного управления подразумевает создание безопасных условий на машине или ограничивает возникновение опасных ситуаций.

10.1.5 Переносные и подвесные пульты управления

Переносные и подвесные пульты управления должны быть подобраны и расположены так, чтобы уменьшить возможность непредумышленного управления машиной в случае поражения электрическим током или вибрации (если пульт управления подвержен воздействию воды и механической тряске, см. 4.4.8).

10.2 Кнопочные выключатели

10.2.1 Цвета

Цвета толкателей органов управления кнопочными выключателями должны соответствовать цветовому коду, приведенному в таблице 2 (см. 9.2 и приложение В).

Таблица 2 — Код цветов для кнопочных органов управления и их значение

Цвет	Значение	Пояснение	Пример применения
КРАСНЫЙ	Экстремальный	Действие в случае опасности или аварийной ситуации	Аварийная остановка. Инициация аварийной функции (см. 10.2.1)
ЖЕЛТЫЙ	Ненормальный	Действие в случае ненормальной ситуации	Устранение ненормальной ситуации. Вмешательство для прерывания автоматического цикла
ЗЕЛЕНЫЙ	Безопасный	Действие в случае безопасности или для подготовки нормального условия работы	См. 10.2.1
ГОЛУБОЙ	Обязательный	Действие в случае ситуаций, требующих обязательного вмешательства	Функция повторного включения (сброса)
БЕЛЫЙ			ПУСК/ВКЛЮЧЕНО (предпочтительно), ОСТАНОВКА/ОТКЛЮЧЕНО
СЕРЫЙ	Характерных предписаний значений нет	Для инициации (ведения) функций, за исключением аварийной остановки (См. примечание)	ПУСК/ВКЛЮЧЕНО, ОСТАНОВКА/ОТКЛЮЧЕНО
ЧЕРНЫЙ			ПУСК/ВКЛЮЧЕНО ОСТАНОВКА/ОТКЛЮЧЕНО (предпочтительно)
Примечание — Когда для обозначения органов управления применяют дополнительное средство кодирования (например, текстуру, форму, положение), допускается использовать один и тот же цвет БЕЛЫЙ, СЕРЫЙ или ЧЕРНЫЙ для различных функций (например, БЕЛЫЙ для органов управления ПУСК/ВКЛЮЧЕНО, а также для органов управления ОСТАНОВКА/ОТКЛЮЧЕНО).			

Для толкателей кнопок «пуск/подключение» предпочтительными цветами являются БЕЛЫЙ, СЕРЫЙ, ЧЕРНЫЙ или ЗЕЛЕНЫЙ, но предпочтительно БЕЛЫЙ. Не допускается использование КРАСНОГО цвета.

КРАСНЫЙ цвет следует использовать для органов управления аварийной остановки.

Для органов управления «стоп/отключение» следует использовать ЧЕРНЫЙ, СЕРЫЙ или БЕЛЫЙ цвета, но предпочтительно черный. Не допускается использование ЗЕЛЕНОГО цвета. Допускается использование КРАСНОГО цвета, но не рекомендуется применять его вблизи от органов управления аварийными устройствами.

БЕЛЫЙ, СЕРЫЙ или ЧЕРНЫЙ цвета предпочтительны для толкателей кнопок, выполняющих попеременно функции ПУСК/ВКЛЮЧЕНИЕ и СТОП/ОТКЛЮЧЕНИЕ. Для этой цели не следует использовать КРАСНЫЙ, ЖЕЛТЫЙ или ЗЕЛЕНЫЙ цвета (см. 9.2.6).

БЕЛЫЙ, СЕРЫЙ или ЧЕРНЫЙ цвета предпочтительны для толкателей кнопок, реализующих управление при постоянном воздействии на них (удержании) и отменяющих управление при их отпускании, например в толчковом режиме. Для этой цели не следует использовать КРАСНЫЙ, ЖЕЛТЫЙ или ЗЕЛЕНЫЙ цвета.

Для кнопок с самовозвратом следует использовать ГОЛУБОЙ, БЕЛЫЙ, СЕРЫЙ или ЧЕРНЫЙ цвета. Там, где они выполняют функцию СТОП/ОТКЛЮЧЕНИЕ, предпочтительно использование БЕЛОГО, СЕРОГО и, особенно, ЧЕРНОГО цветов. Запрещается использовать ЗЕЛЕНЫЙ цвет.

Если отдельные цвета БЕЛЫЙ, СЕРЫЙ или ЧЕРНЫЙ используются для различных функций (например, БЕЛЫЙ для СТАРТ/ВКЛЮЧЕНИЕ, а таюке для СТОП/ОТКЛЮЧЕНИЕ), для их идентификации необходимо применять дополнительные средства (например, символы, расположение, формы).

10.2.2 Маркировка

В дополнение к описанному в 16.3 функциональному обозначению кнопочные выключатели рекомендуется маркировать символами в соответствии с таблицей 3 либо рядом, либо, что предпочтительнее, непосредственно на толкателях.

Таблица 3 — Символы для маркировки кнопочных выключателей

ПУСК/ ВКЛЮЧЕНО	ОСТАНОВКА/ ОТКЛЮЧЕНО	Кнопка, вызывающая поочередно ПУСК и ОСТАНОВКУ или ВКЛЮЧЕНО и ОТКЛЮЧЕНО	Кнопка, вызывающая движение при нажатии и останов при отпускании (т.е. удерживающее воздействие)
МЭК 60417- 5007 (DB:2002-10)	МЭК 60417-5008 (DB:2002-10)	МЭК 60417-5010 (DB:2002-10)	МЭК 60417- 5011 (DB:2002-10)

10.3 Световые индикаторы и сигнальные дисплеи

10.3.1 Общие положения

Световые индикаторы и сигнальные экраны служат для предоставления следующих видов информации:

- индикации — для привлечения внимания оператора или передачи ему сигнала о выполнении определенного действия. Для этого обычно используют КРАСНЫЙ, ЖЕЛТЫЙ, ЗЕЛЕНЫЙ и ГОЛУБОЙ цвета; для мигающих индикаторов и экранов даны рекомендации в 10.3.3.
- подтверждения — для подтверждения команды, состояния или режима, окончания изменения или переходного периода. Для этого обычно используют БЕЛЫЙ и ГОЛУБОЙ цвета. В некоторых случаях допускается применение ЗЕЛЕНОГО цвета.

Индикаторные лампы и экраны необходимо размещать таким образом, чтобы они были хорошо видны при управлении машиной (МЭК 61310-1).

Цепи питания индикации для аварийной сигнализации должны иметь монтаж, позволяющий легко проверять работоспособность сигнализации.

10.3.2 Цвета

Если между изготовителем и пользователем нет особых соглашений (см. приложение В), прозрачные колпачки световых сигнальных индикаторов и ламп должны соответствовать цветовому коду, приведенному в таблице 4, с учетом режима работы (состояния) машины.

Таблица 4 — Цвета сигнальных световых индикаторов (ламп) и их значение в зависимости от режима работы (состояния) машины

Цвет	Значение	Пояснение	Действие оператора
КРАСНЫЙ	Экстремальный	Опасные условия	Немедленное действие для ликвидации опасной ситуации (например, аварийное отключение с учетом возникновения опасности из-за ограничения выбегов на машине)
ЖЕЛТЫЙ	Ненормальный	Ненормальный режим. Неминуемая критическая ситуация	Наблюдение и/или вмешательство (например, восстановление желаемой функции)
ЗЕЛЕНЫЙ	Нормальный	Нормальный режим	По усмотрению
ГОЛУБОЙ, СИНИЙ	Принудительный	Сигнал о ситуации, которая требует действий оператора	Обязательное действие
БЕЛЫЙ	Нейтральный	Допускается использовать в других ситуациях, если есть сомнение в применении КРАСНОГО, ЖЕЛТОГО, ЗЕЛЕНОГО, ГОЛУБОГО цветов	Наблюдение

Сигнальные светофоры на машине должны иметь рекомендованные цвета, размещаемые сверху вниз в порядке следования, КРАСНЫЙ, ЖЕЛТЫЙ, ГОЛУБОЙ, ЗЕЛЕНЫЙ и БЕЛЫЙ.

10.3.3 Мигающие огни

Мигающие огни и экраны применяют для:

- привлечения внимания;
- требования немедленного действия,
- указания на рассогласование между командой и действительным состоянием;
- указания происходящего изменения (мигание во время переходного режима).

Для приоритетной информации рекомендуется использовать наивысшую частоту мигающих огней (МЭК 60073 содержит сведения о частоте мигания и отношении импульс/пауза).

Однако несмотря на приоритетное использование для подачи информации мигающих огней и экранов, должно быть обеспечено соответствующее функционирование аварийной сигнализации.

10.4 Кнопочные выключатели с подсветом

Органы управления с кнопочными выключателями с подсветом должны быть окрашены в соответствии с требованиями таблиц 2 и 4. Если имеются трудности с определением надлежащего цвета, следует использовать БЕЛЫЙ цвет. КРАСНЫЙ цвет органа управления аварийной остановкой не должен зависеть от цвета свечения его лампы.

10.5 Поворотные устройства (приборы) управления

Устройства с поворотным управлением (такие как потенциометры и переключатели) должны быть установлены таким образом, чтобы они могли воспрепятствовать повороту фиксированной части. Одного трения не должно быть достаточно.

10.6 Пусковое устройство

Приводные элементы устройств, используемых для выполнения функции пуска или приведения в движение элементов машины устройства (например, контактные штыри, движки, тяги), следует изготавливать и устанавливать таким образом, чтобы уменьшить опасность несвоевременного срабатывания. Органы управления с грибовидными толкателями могут быть использованы для управления двумя руками (ИСО 13851).

10.7 Устройства аварийной остановки

10.7.1 Применение

Устройства аварийной остановки должны быть легкодоступными и устанавливаться на каждом пульте управления и в других местах управления, откуда может инициироваться аварийная остановка (исключение см. 9.2.7.3).

10.7.2 Типы

Устройствами аварийной остановки могут быть:

кнопочный выключатель с толкателем в форме грибка или ладонной клавиши;

выключатель, управляемый вытяжением троса;

выключатель, управляемый педалью, без механической защиты.

Эти устройства при непосредственном воздействии на орган управления должны обладать плюсовым (положительным) размыканием [МЭК 60947-5-1 (приложение К)].

10.7.3 Цвета органов управления

Органы управления устройствами аварийного останова должны быть окрашены в КРАСНЫЙ цвет. Если непосредственно вокруг органа управления находится поверхность, то эта поверхность должна быть ЖЕЛТОГО цвета (ИСО 13850).

10.7.4 Использование устройства отключения питания для осуществления аварийной остановки

Устройство отключения питания может быть локально задействовано для выполнения функций аварийной остановки в случаях, когда.

- легкодоступно для пользования оператору;
- относится к типу, описанному в перечисления a), b), c) или d) 5.3.2.

Если имеется в виду его такое использование, устройство отключения подвода питания должно удовлетворять требованиям по окраске, изложенным в 10.7.3.

10.8 Устройства аварийного отключения

10.8.1 Размещение

Устройства аварийного отключения должны быть размещены так, как удобно для каждого конкретного случая. Обычно такие устройства размещают отдельно от пульта управления оператора. Однако когда оказывается необходимым инициировать функцию аварийного останова и функцию аварийного выключе-

ния с одного пульта управления оператора, такой пульт управления обязательно должен быть оснащен средствами, однозначно исключающими возможную ошибку в понимании их функций.

Примечание — Различие может быть достигнуто, например, применением разрушаемой стеклянной оболочки для защиты органа управления устройства аварийного выключения.

10.8.2 Типы устройств аварийного отключения

Устройства аварийного отключения могут представлять собой:

- кнопочный выключатель с толкателем в форме грибка или ладонной клавиши;
- выключатель, управляемый вытяжением троса.

Устройства должны иметь контакты с плюсовым (положительным) размыканием [МЭК 60947-5-1 (приложение К)].

Кнопочные выключатели допускается размещать в разрушаемой стеклянной оболочке.

10.8.3 Цвета органов управления

Органы управления устройств аварийного отключения должны быть окрашены в КРАСНЫЙ цвет. Если есть поверхность непосредственно вокруг органа управления, то она должна быть ЖЕЛТОГО цвета.

Если может возникнуть ошибка в понимании функций аварийного останова и аварийного отключения, то на машине должны быть приняты меры по ее исключению.

10.8.4 Использование устройства отключения питания для осуществления аварийного отключения

Если устройство отключения питания при аварийном отключении должно действовать локально, оно должно быть легкодоступным и удовлетворять требованиям по окраске в соответствии с 10.8.3.

10.9 Устройства управления разблокированием (селекторные переключатели режимов)

Если в системе управления предусмотрено наличие селекторного переключателя, то система должна быть сконструирована так, чтобы при помощи этого переключателя можно было осуществлять управление только в одном из его положений. В любой другой позиции управление либо ограничено, либо заблокировано. Переключатели следует выбирать и устанавливать таким образом, чтобы минимизировать возможность их повреждения. Разблокирующие устройства должны соответствовать следующим требованиям:

- в конструкции учитываются принципы эргономики;
- для двухпозиционного типа:

  в 1-й позиции реализуется функция «отключено» для выключателя (исполнительный механизм неуправляем — не может быть приведен в действие);

  во 2-й позиции реализуется функция соединения (разблокировки, когда исполнительный механизм может быть управляем);
- для трехпозиционного типа:

  в 1-й позиции реализуется функция «отключено» для выключателя (исполнительный механизм не должен быть управляем),

  во 2-й позиции реализуется функция соединения (привод управляем в этой средней позиции),

  в 3-й позиции происходит отключение (привод управляем после прохождения этой средней позиции),

  при возврате с 3-й позиции во 2-ю функция соединения не должна реализовываться.

Примечание — Функция управления разблокированием (селективного переключения) описана в 9.2.6.3.

11 Аппаратура управления. Размещение, монтаж и защитные оболочки

11.1 Общие требования

Все аппараты управления должны быть размещены и установлены таким образом, чтоб облегчить:

- доступ и обслуживание;
- защиту от внешних воздействий или воздействий тех условий, для работы в которых они предназначены;
- работу и обслуживание машины и связанного с ней оборудования.

11.2 Размещение и монтаж

11.2.1 Доступ и обслуживание

Все элементы аппаратуры управления должны быть установлены и ориентированы таким образом, чтобы их можно было идентифицировать без их перемещения или снятия проводки. Расположение элемен-

тов, которые требуют контроля для правильной работы или которые могут быть заменены, должно позволять проведение необходимых операций без демонтажа другого оборудования или деталей машины (за исключением открытия дверей, снятия крышки, барьера или ограждения). Зажимы, не являющиеся частью аппаратуры управления, должны отвечать этим требованиям.

Любую аппаратуру управления следует устанавливать таким образом, чтобы обеспечить работу и обслуживание с фронтальной стороны. Если для регулирования, обслуживания и замены устройства необходим специальный инструмент, он должен быть предоставлен. Если для обслуживания или регулирования необходим регулярный доступ к соответствующим устройствам, то они должны располагаться на высоте от 0,4 до 2,0 м от площадки обслуживания.

Зажимы рекомендуется располагать на высоте 0,2 м от площадки обслуживания, так чтобы провода и кабели могли быть к ним легко подсоединены.

На дверцах и съемных крышках, обычно расположенных на оболочках, не должно монтироваться никакого оборудования, за исключением устройств управления, индикации, измерения и охлаждения.

Если устройства управления соединены разъемами с контактными штырями, такое соединение должно легко распознаваться с помощью типа (формы), маркировки или обозначения (или сочетания этих средств, см. 13.4.5).

Коммутируемые в ходе нормальной работы разъемы с контактными штырями (съемные) должны быть оснащены устройствами, предотвращающими неверное подсоединение, если отсутствие последних может привести к аварийному состоянию.

Элементы соединителей, которые коммутируются в ходе нормальной работы, следует располагать и устанавливать таким образом, чтобы доступ к ним оставался свободным.

Контрольные точки для подключения контрольно-измерительного оборудования, если они имеются, должны быть:

- легко доступны;
- четко маркированы в соответствии с технической документацией (см. 17.3);
- соответствующим образом изолированы;
- расположены таким образом, чтобы обеспечить удобство в подключении контрольно-измерительного оборудования.

11.2.2 Физическое разделение или группирование

Неэлектрические детали и устройства, непосредственно не относящиеся к электрическому оборудованию, не должны быть размещены внутри оболочек, содержащих аппаратуру управления. Устройства, подобные электромагнитным золотникам, должны быть отделены от остального электрического оборудования (например, размещены в отдельной оболочке).

Устройства управления, установленные в том же месте и связанные с напряжением питания или как с напряжением питания, так и с напряжением управления, следует группировать отдельно от тех, которые связаны только с напряжением управления.

Зажимы следует разделять по группам для соединения:

- силовых цепей;
- собственных цепей управления;
- прочих цепей управления, питаемых от внешних источников (например, для блокировок).

Зажимы следует монтировать компактным образом так, чтобы каждая группа могла быть легко идентифицирована (например, с помощью маркировки, различия в габаритах, перегородок или различных цветов).

При компоновке групп устройств (включая соединительные устройства) следует выдерживать предусмотренные для них зазоры и изоляционные расстояния с учетом внешних воздействий или условий окружающей среды.

11.2.3 Воздействие тепла

Вырабатывающие тепло составные элементы (например, тепловые камеры, силовые сопротивления) должны быть установлены таким образом, чтобы температура каждого соседнего элемента не превышала допустимые пределы.

11.3 Степени защиты

Защита аппаратуры управления от проникновения внешних частиц или жидкости должна учитывать влияние внешних воздействий, при которых машина предназначена работать (т. е. условия размещения и физические условия окружающей среды) и быть достаточной, чтобы предохранять от попадания пыли, охлаждающих жидкостей и стружки.

Примечание 1 — Требования по защите от поражения электрическим током приведены в разделе 6.

Примечание 2 — Степень защиты от проникновения воды определяется МЭК 60529. Для других жидкостей может оказаться необходимо применение дополнительных защитных мер.

Защитные оболочки (кожухи) аппаратуры управления должны обеспечивать степень защиты не менее чем IP22 (МЭК 60529).

Исключения:

a) если рабочая зона электрического оборудования находится в защитной оболочке с соответствующей степенью защиты от воздействия твердых частиц и жидкостей;

b) если используются подвижные коллекторы проволочного типа или щеточные токосъемные системы и условия соответствия IP22 не обеспечены. В этом случае следует применять меры, предусмотренные в 6.2.5.

Примечание 3 — Некоторые примеры применений необходимой степени защиты, обычно обеспечиваемой такими оболочками:

- IP10 — вентилируемые, содержащие только пусковые реостаты и другое крупногабаритное оборудование;
- IP32 — вентилируемые, содержащие прочее оборудование;
- IP32, IP43 и IP54 — общепромышленного применения;
- IP55, используемые в помещениях, которые очищаются струями воды низкого давления (шланги);
- IP65, обеспечивающие защиту против мелкой пыли;
- IP2X, содержащие открытые скользящие контакты.

В зависимости от условий эксплуатации могут оказаться подходящими другие степени защиты.

11.4 Оболочки, дверцы и отверстия

Оболочки должны быть сконструированы с использованием материалов, способных противостоять механическим, электрическим и термическим напряжениям, воздействию влажности и другим внешним воздействиям, которые желательно учитывать при нормальной эксплуатации.

Рекомендуется, чтобы запоры предохранительных дверей и крышек были встроенного типа. Смотровые окна, предусмотренные для считывания показаний со шкал измерительных и индикаторных приборов, расположенных внутри оболочек, должны быть выполнены из материалов, которые способны выдерживать воздействие механических нагрузок и химических веществ (например, из закаленного стекла или листа поликарбоната толщиной не менее 3 мм).

Оболочки рекомендуется оснащать дверцами с вертикальными шарнирами, углом открытия не менее 95° и шириной не более 0,9 м.

Уплотнители и сальники в соединениях дверей, крышек и оболочки должны выдерживать химическое воздействие жидкостей, паров или агрессивных газов, которые используются на машине. Средства, используемые для сохранения степени защиты оболочки, которая должна иметь открытые или снятые дверцы или крышки для работы или обслуживания, должны обеспечивать надежное соединение дверец/крышек и оболочек и не должны повреждать оболочки при снятии и замене дверцы или крышки и тем самым ухудшать степень защиты.

Все устроенные в оболочках отверстия, включая направленные к полу и основанию или другим частям машины, должны быть закрыты конструктивно так, чтобы обеспечивалась предписанная для оборудования степень защиты. Отверстия, предназначенные для ввода кабелей, должны легко открываться на месте. В основании расположенных в машине кожухов может быть предусмотрено соответствующее отверстие для удаления влаги, вызванной конденсацией.

Не должно быть никаких отверстий между оболочками, содержащими электрооборудование, и полостями, содержащими охлаждающие, смазывающие или гидравлические жидкости, или такими полостями, в которые могут проникать масла, другие жидкости или пыль. Это требование не распространяется на электрические устройства, сконструированные специально для работы в масле (например, электромагнитные муфты), и на электрооборудование, в котором используются охлаждающие жидкости.

Если в оболочке предусмотрены отверстия для монтажа, нужно следить за тем, чтобы после монтажа они не стали причиной ухудшения требуемой степени защиты.

Оборудование, которое при нормальной или ненормальной работе может достичь температуры на поверхности достаточной, чтобы вызвать риск возгорания или вредного влияния на материал оболочки должно быть:

- помещено в кожух, который будет противостоять без риска возгорания или вредного влияния таким температурам, которые могут возникать;

- смонтировано и размещено на достаточном расстоянии от прилегающего оборудования с тем, чтобы обеспечивать безопасное рассеивание тепла (см. 11.2.3);

- тем или иным способом экранировано материалом, который может противостоять без риска возгорания или вредного влияния теплу, выделяемому оборудованием.

Примечание — При необходимости возможно нанесение предупреждающих знаков безопасности в соответствии с 16.2.2.

11.5 Доступ к аппаратуре

Дверцы в проходах для доступа в рабочие зоны должны:
- быть шириной не менее 0,7 м и высотой не менее 2,1 м;
- открываться наружу;
- иметь средство (например, аварийные болты) для экстренного открытия изнутри без ключа и инструмента.

Оболочки, в которых человек может легко разместиться, должны быть оборудованы средствами для экстренного выхода, например дверными затворами на внутренней стороне двери. Оболочки, предназначенные для такого доступа, например с целью регулирования, замены или обслуживания, должны иметь проходы шириной не менее 0,7 м и высотой не менее 2,1 м.

Проход должен быть шириной не менее 1,0 м, если:
- оборудование находится под напряжением во время доступа;
- проводящие части не защищены.

Если оборудование размещается на обеих сторонах прохода, его ширина должна быть не менее 1,5 м.

Примечание — Размеры проходов определяются стандартами серии ИСО 14122 [15].

12 Кабели и провода

12.1 Общие требования

Кабели и провода следует выбирать таким образом, чтобы соответствовать условиям эксплуатации (например, по напряжению, току, защите от ударов электрическим током, способом прокладки кабелей) и выдерживать возможные внешние воздействия (например, перепады температур, наличие воды или коррозионных веществ, механические нагрузки, возгорания), в том числе при монтаже.

Примечание — Дополнительную информацию можно получить из документа СЕНЕЛЕК HD 516 S2 [16].

Эти требования не распространяются на встроенную электропроводку узлов, подсистем и устройств, которые изготавливают и испытывают согласно соответствующим стандартам (например, МЭК 60439-1).

12.2 Провода

Как правило, жила проводов должна быть медной. Если применяют алюминиевые жилы, поперечное сечение их не должно быть менее 16 мм^2.

Для соответствия механическим нагрузкам поперечные сечения проводников не должны быть менее приведенных в таблице 5.

Допускается применение проводников меньшего сечения или иной конструкции, чем приведенные в таблице 5, если при этом будет обеспечено надлежащее качество их функционирования.

Примечание — Классификация проводников приведена в таблице D.4 (приложение D).

Таблица 5 — Минимальные поперечные сечения медных проводов

Расположение	Применение	Сечение проводников и кабелей, мм^2				
		Одножильные		Многожильные		
		Гибкий класс 5 или 6	С одной жилой классов 1 и 2	С двумя экранированными жилами	С двумя неэкранированными жилами	С тремя или более экранированными или неэкранированными жилами
Снаружи оболочки	Неподвижный провод (фиксированный монтаж) в силовых цепях	1,0	1,5	0,75	0,75	0,75
	Соединение в силовых цепях с подвижными элементами	1,0	—	0,75	0,75	0,75

Окончание таблицы 5

Расположение	Применение	Сечение проводников и кабелей, мм^2				
		Одножильные		Многожильные		
		Гибкий класс 5 или 6	С одной жилой классов 1 и 2	С двумя экранированными жилами	С двумя неэкранированными жилами	С тремя или более экранированными или неэкранированными жилами
Снаружи оболочки	Соединения в цепях управления	1,0	1,0	0,2	0,2	0,2
	Провода для передачи данных	—	—	—	—	0,08
Внутри оболочки[1)]	Провод в силовых цепях для неподвижного монтажа	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Соединения в цепях управления	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Провода для передачи данных	—	—	—	—	0,08

[1)] Исключая специальные требования стандартов на изделия, см. 12.1.

Проводники с жилами класса 1 или 2 преимущественно используются для негибких соединений между неподвижными частями.

Проводники, подверженные частым перемещениям (например, одно перемещение в час), должны иметь жилы 5-го или 6-го класса.

12.3 Изоляция

Наиболее применяемые изоляционные материалы:

- поливинилхлорид (ПВХ);
- натуральная или синтетическая резина;
- кремнийорганическая резина;
- минералы (слюда, стекло);
- полиэтилен (ПЭ);
- этиленпропиленовая смесь (ЭПС).

В случаях, когда применение изолированных проводов и кабелей может представлять опасность распространения огня или образования токсичного или коррозийного дыма (например, ПВХ), рекомендуется обратиться за консультацией к изготовителю кабеля или провода. В частности, очень важно обратить внимание на целостность цепей, несущих функцию безопасности.

Электрическая прочность изоляции должна быть достаточной, чтобы выдерживать требуемое испытательное напряжение 2000 В при переменном токе в течение 5 мин, для кабелей, эксплуатируемых при напряжении выше 50 В и переменном токе или 120 В при постоянном токе. Электрическая прочность независимых цепей БСНН должна быть достаточной, чтобы выдерживать испытательное напряжение 500 В при переменном токе в течение 5 мин [МЭК 60364-4-4-41 (класс III оборудования)].

Механическая прочность и толщина изоляционного материала должны быть такими, чтобы не нарушать изоляцию при эксплуатации или в ходе монтажа проводки, в частности, при протягивании кабелей через каналы.

12.4 Максимально допустимый ток при нормальной работе

Максимально допустимый ток для проводов и кабелей определяется одновременно несколькими факторами, например материалом изоляции, числом проводов в кабеле, конструкцией оболочки, методами установки, группированием, окружающей температурой (МЭК 60287, все части [17]).

Примечание 1 — Уточненную информацию и подробности можно получить из МЭК 60364-5-52, из национальных стандартов и данных от производителя.

Типовой пример по максимально допустимым токам для проводов с ПВХ изоляцией, прокладываемых между оболочкой и отдельными частями оборудования, при установившемся токе приведен в таблице 6.

Примечание 2 — Для специальных условий эксплуатации, в которых необходимо корректировать размеры кабеля в зависимости от соотношения нагрузки на кабель, длительности цикла нагрузки и термической постоянной кабеля (например, в режимах работы с инерционными массами или в прерывистых режимах работы), при поставке требуется согласование с производителем кабеля.

Таблица 6 — Пример максимально допустимых токов I_z для медных проводов и кабелей с ПВХ изоляцией в установившемся режиме, при температуре окружающего воздуха 40 °С для различных способов прокладки

Площадь поперечного сечения мм^2	Способ прокладки (см. D.1.2)			
	B1	B2	C	E
	Максимально допустимый ток I_z для трехфазных цепей, А			
0,75	8,6	8,5	9,8	10,4
1,0	10,3	10,1	11,7	12,4
1,5	13,5	13,1	15,2	16,1
2,5	18,3	17,4	21	22
4	24	23	28	30
6	31	30	36	37
10	44	40	50	52
16	59	54	66	70
25	77	70	84	88
35	96	86	104	110
50	117	103	125	133
70	149	130	160	171
95	180	156	194	207
120	208	179	225	240
Соединения в электронных схемах (пары)				
0,20	Не применяется	4,3	4,4	4,4
0,5	Не применяется	7,5	7,5	7,8
0,75	Не применяется	9,0	9,5	10

Примечание 1 — Значения максимально допустимого тока приведены в таблице 6 на:
- симметричные трехфазные цепи с площадью поперечного сечения не менее 0,75 мм^2;
- пары в цепях управления с площадью поперечного сечения от 0,2 до 0,75 мм^2.

При большей загруженности кабелей/пар значения в таблице 6 уменьшают в соответствии с таблицей D.2 или D.3, приложение D).

Примечание 2 — Для температур окружающей среды, отличных от 40 °С, следует скорректировать максимально допустимый ток с использованием данных таблицы С.1, приложение С.

Примечание 3 — Значения таблицы не применяются для гибких кабелей, намотанных на барабаны (см. 12.6.3).

Примечание 4 — Максимально допустимые значения токов для других кабелей — в соответствии с МЭК 60364-5-52.

12.5 Падение напряжения на проводах

В нормальных рабочих условиях падение напряжения на участке от источника питания до места приложения нагрузки не должно превышать 5 % номинального значения. Для выполнения этого требования может оказаться необходимым использовать проводники большего сечения, чем приведенные в таблице 6.

12.6 Гибкие кабели

12.6.1 Общие положения

Гибкие кабели должны иметь проводники (жилы) 5-го или 6-го класса.

Примечание 1 — Проводники 6-го класса имеют меньше диаметр проволок, формирующих жилу, в результате проводник более гибок, чем проводник 5-го класса (см. таблицу D.4, приложение D).

Чтобы гарантировать необходимую защищенность, конструкция кабеля должна быть стойкой против:
- режущего воздействия острых кромок при монтаже и протягивании по шероховатым поверхностям;
- перехлестывания при работе без направляющих;
- напряжений в результате наматывания и сматывания на кабельные барабаны и направляющие.

Примечание 2 — Для таких условий следует подбирать кабели в соответствии с национальными стандартами.

Примечание 3 — Износостойкость кабелей снижается при совпадении воздействий неблагоприятных условий эксплуатации (повышенное натяжение, малые радиусы изгиба, перегибы в различных плоскостях) и/или повышенной частоты циклов.

12.6.2 Механические характеристики

Размещение проводки по машине должно обеспечивать минимальные растягивающие напряжения на проводниках в процессе ее эксплуатации. Для медных проводников эти напряжения не должны превышать 15 Н/мм^2. Если по условиям эксплуатации растягивающие напряжения превышают 15 Н/мм^2, следует использовать специальный кабель, максимальное растягивающее напряжение которого должно быть согласовано с изготовителем кабеля.

Допустимое максимальное растягивающее напряжение для гибкого немедного кабеля должно быть согласовано с его изготовителем.

Примечание — На растягивающие напряжения в кабеле оказывают влияние следующие условия:
- усилия при ускорениях;
- скорость перемещения;
- масса висящего кабеля;
- способ размещения;
- конструкция барабана для намотки кабеля

12.6.3 Допустимая токовая нагрузка для кабеля, наматываемого на барабаны

Сечение кабеля, наматываемого на барабан, должно быть выбрано таким образом, чтобы при стандартной рабочей нагрузке в полностью намотанном кабеле температура не превышала допустимого предела.

Для круглого кабеля, наматываемого на барабаны, максимальная токовая нагрузка на открытом воздухе должна находиться в пределах, указанных в таблице 7, а также в МЭК 60621-3, раздел 4.

Примечание — Допустимая токовая нагрузка для кабеля определяется техническими условиями изготовителя или соответствующими национальными стандартами.

Таблица 7 — Нормируемые факторы для кабелей, наматываемых на барабаны

Тип барабана	Число слоев кабеля				
	Любое	1	2	3	4
Цилиндрический вентилируемый	—	0,85	0,65	0,45	0,35
Радиальный вентилируемый	0,85	—	—	—	—
Радиальный невентилируемый	0,75	—	—	—	—

Примечание 1 — На барабане радиального типа спиральные слои кабеля укладываются между двумя близко расположенными фланцами; если фланцы сплошные, то барабан считают невентилируемым, если они имеют отверстия, барабан считают вентилируемым.

Примечание 2 — На вентилируемом цилиндрическом барабане слои кабеля уложены между широко расположенными фланцами, где на барабане и на торцах фланцев имеются вентиляционные отверстия.

Примечание 3 — Рекомендуется обсудить оценочные коэффициенты с изготовителями кабеля и барабанов. В этом случае другие факторы, возможно, будут учтены.

12.7 Коллекторные провода, щетки и контактные кольца

12.7.1 Защита от прямого прикосновения

Коллекторные токопроводы, щетки и контактные кольца следует устанавливать таким образом, чтобы при нормальном доступе к машине можно было обеспечить защиту от прямого прикосновения с помощью одной из следующих мер:

- частичной изоляцией токоведущих частей или, если это трудно осуществимо, то
- за счет установки кожухов или заграждений со степенью защиты не ниже IP2X (МЭК 60364-4-4-41, пункт 412.2).

Верхние, легкодоступные горизонтальные поверхности заграждений и кожухов должны иметь степень защиты не ниже IP4X (МЭК 60364-4-4-4, пункт 412.2).

Если таким образом невозможно обеспечить требуемую степень защиты, следует разместить токоведущие части вне зоны досягаемости и установить выключатель аварийного отключения в соответствии с 9.2.5.4.3.

Коллекторные токопроводы и щетки должны быть расположены или защищены таким образом, чтобы предотвратить:

- преднамеренный контакт, особенно для незащищенных проводов и щеток, с токопроводящими частями тросов в вытяжных выключателях натяжных устройств и приводных цепях механизмов;
- повреждения от колебаний нагрузки.

12.7.2 Цепь проводника защиты

Коллекторные токопроводы, щетки и контактные кольца, являющиеся частью цепи защиты, не должны находиться под напряжением при нормальной работе, поэтому проводник защиты (PE) и нейтральный проводник (N) должны иметь отдельный коллекторный токопровод, щетку и контактное кольцо. Непрерывность цепи проводника защиты со скользящими контактами должна быть обеспечена с помощью соответствующих средств (например, дублированием токопровода коллектора и постоянным контролем).

12.7.3 Токопроводы проводника защиты

Токопроводы проводника защиты должны иметь скользящие контакты и такую конфигурацию, чтобы они не были взаимозаменяемы с другими токопроводами в коллекторах.

12.7.4 Съемные токопроводы с функцией разъединения

Съемные токопроводы с функцией разъединения должны обеспечивать прерывание цепи проводника защиты только после отключения токоведущих проводников и ее восстановление перед повторным подключением любого из токоведущих проводников (см. 8.2.4).

12.7.5 Воздушные зазоры

Зазоры между проводниками и смежными системами коллекторных токопроводов, щеток и контактных колец должны допускать импульсные перенапряжения и перегрузки в соответствии с перенапряжениями категории III (МЭК 60664-1).

12.7.6 Длина путей утечки по изоляции

Пути утечки по изоляции проводников, смежных систем коллекторных проводов, щеток, контактных колец и их токопроводов должны соответствовать требованиям для работы во внешней окружающей среде, например на открытом воздухе (МЭК 60664-1), вне зданий при защите оболочкой.

Для среды с аномально повышенной загрязненностью, влажностью или агрессивностью в части путей утечки действуют следующие требования:

- незащищенные токопроводы, шины и контактные кольца, не имеющие защиты, должны быть снабжены изоляторами с минимальными путями утечки 60 мм;
- токопроводы, изолированные многополосные контактные шины , изолированные индивидуальные коллекторные щетки должны иметь минимальные пути утечки 30 мм.

Изготовитель должен дать рекомендации в отношении специальных мер, предотвращающих постепенное снижение изолирующей способности вследствие воздействия неблагоприятных условий окружающей среды (например, осаждения токопроводящей пыли, химических реакций).

12.7.7 Секционирование проводников

Если схема расположения токопроводов и шин такова, что их необходимо выделить в изолированные секции, то следует предусмотреть конструктивные решения, предотвращающие попадание напряжения на смежные участки при произвольном перекрещивании токоведущих проводников.

12.7.8 Конструкции и установка токопроводов, шин и контактных колец

Токопроводы, шины и контактные кольца силовых цепей должны размещаться отдельно от таких же деталей цепей управления.

Токопроводы, шины и контактные кольца должны выдерживать, не повреждаясь, механические усилия и тепловые воздействия, возникающие при коротком замыкании.

Конструкцией съемных крышек для систем токопроводов и шин, расположенных под землей или под полом, должна быть предусмотрена возможность открытия их вручную одним человеком без помощи инструмента.

Если коллекторные щетки установлены в общей металлической оболочке, отдельные секции оболочки должны быть соединены вместе и заземлены в нескольких точках; число точек зависит от длины секций. Металлические крышки контактных шин, находящихся под землей или полом, должны быть соединены вместе и заземлены.

Примечание — В эквипотенциальных соединениях или соединениях проводника защиты с подвижной крышкой или открывающимися дверцами металлических оболочек либо каналов, расположенных под полом для обеспечения непрерывности цепи, достаточно использовать металлические петли как обеспечивающие требуемую проводимость.

Металлические каналы для прокладки шин, расположенные под землей или под полом, должны быть снабжены дренажными устройствами.

13 Монтаж электропроводки

13.1 Присоединение и прокладка проводов

13.1.1 Общие требования

Все соединения, особенно относящиеся к цепи защиты, должны быть надежно закреплены таким образом, чтобы не допустить случайного ослабления.

Средства соединения должны соответствовать поперечному сечению и типу соединяемых проводов.

Присоединение двух или более проводов к одному ответвительному зажиму допускается только в случае, если зажим предназначен для этого. Однако в целях заземления к одному контакту зажима допускается подключать только один провод цепи защиты.

Паяные соединения допускаются только в том случае, если контакты предусмотрены для этого.

Зажимы в блоках контактных зажимов следует четко помечать и маркировать в соответствии со схемами.

В тех случаях, когда неверное электрическое соединение (например, вызванное заменой аппаратуры) может вызывать дополнительный риск, практически трудно устраняемый при проектировании, необходимо проводники и зажимы идентифицировать в соответствии с 13.2.1.

Установка гибких каналов и прокладка гибких кабелей должны быть такими, чтобы жидкости вытекали наружу из арматуры.

Должны поставляться средства удержания жил проводов, если они отсутствуют у приборов и зажимов. Пайка для этой цели не может быть применена.

Концы экранированных проводов следует подключать таким образом, чтобы избежать раздергивания жил и исключить возможность их легкого разъединения.

Маркировочные этикетки должны быть легкочитаемыми, прочными и устойчивыми к условиям окружающей среды.

Блоки контактных зажимов следует соединять и устанавливать таким образом, чтобы внутренние и внешние электропроводки не проходили над зажимами (МЭК 60947-7-1).

13.1.2 Прокладка кабелей и проводов

Провода и кабели должны проходить от одного зажима к другому без сращиваний или промежуточных соединений. Соединения разъемами с защитой от случайного разъединения не являются средствами для соединения, рассматриваемыми в этом подразделе.

Исключение — При невозможности установки зажимов в разводной коробке (мобильные машины, машины с длинными гибкими подводами кабелем, кабельные соединения, длина которых превышает предусмотренную производителем для размещения в одном канале, или замена кабелей вызывает механические повреждения при перемонтаже) допускается производить монтаж сращиванием или скруткой.

Если необходимо соединять и разъединять кабели и кабельные сборки, они должны иметь достаточную для этих целей дополнительную длину.

Концы кабелей с многопроволочными жилами должны фиксироваться таким образом, чтобы на концы проводов не воздействовала никакая чрезмерная механическая нагрузка.

Везде, где это возможно, защитный провод следует располагать вблизи токоведущих проводников, чтобы уменьшить полное сопротивление контура короткого замыкания.

13.1.3 Провода различных цепей

Провода различных цепей могут быть уложены рядом или в один и тот же короб (например, канал, желоб, лоток для прокладки кабеля) или являться частью одного многожильного кабеля, когда это отрицательно не влияет на нормальную работу цепей. Когда эти цепи должны выдерживать различные напряжения, провода необходимо отделять соответствующими барьерами или же изолировать от наиболее высокого напряжения, которое подается на какой-либо провод внутри одного канала (например, при размещении бок о бок провода питания в незаземленной системе и провода питания в заземленной системе питания).

13.1.4 Соединения между датчиками сигналов и преобразователями их системы питания

Кабельное соединение между датчиком сигналов и преобразователем его системы питания по предписанию производителя должно быть:

- коротким, насколько это возможно;
- иметь соответствующую защиту от механических воздействий.

Примечание — Если выходной сигнал датчика токовый, то при нарушениях тоководов кабелей питания датчика могут возникнуть опасные высоковольтные перенапряжения.

13.2 Идентификация проводов

13.2.1 Общие требования

Каждый проводник должен иметь маркировку у каждого из зажимов в соответствии с технической документацией (см. раздел 17).

Для облегчения обслуживания рекомендуется маркировать провода цифровым, буквенно-цифровым способами или расцветкой, наносимой на провод, или с помощью одного или нескольких маркировочных колец, или комбинацией вышеперечисленных способов.

Если используется цифровой способ, то рекомендуется применять арабские цифры, если буквенный, то рекомендуется применять латинские буквы (заглавные или прописные)

Примечание — Для согласования методов идентификации проводов между производителем и потребителем рекомендуется руководствоваться приложением В.

13.2.2 Идентификация защитного провода

Защитный провод должен легко распознаваться благодаря своей форме, расположению, маркировке или цвету. Если используют обозначение цветом, то должно быть двухцветное сочетание ЗЕЛЕНЫЙ — ЖЕЛТЫЙ. Его используют по всей длине провода. Это сочетание предназначено только для защитного провода.

На изолированных проводах двухцветное сочетание ЗЕЛЕНЫЙ — ЖЕЛТЫЙ должно быть таким, чтобы на длине 15 мм один из цветов покрывал не менее 30 %, но не более 70 % поверхности провода, а другой цвет — оставшуюся часть.

Если защитный провод легко различим благодаря своей форме, конструкции, расположению (например, провод с оплеткой) или когда изолированный провод труднодоступен, цветовое кодирование не является обязательным по всей длине. Однако концы или доступные части следует четко маркировать графическим символом МЭК 60417-5019 (DB:2002-10) или двухцветным сочетанием ЗЕЛЕНЫЙ — ЖЕЛТЫЙ.

13.2.3 Идентификация нулевого провода

Если цепь включает нулевой провод, маркированный цветом, последний должен быть ГОЛУБЫМ [МЭК 60446 (пункт 3.2.2)]. Если возможно разночтение, необходимо использовать СВЕТЛО-ГОЛУБОЙ цвет (МЭК 60446, пункт 3.2.2). Там, где этот цвет использован для маркировки нейтрального проводника, он не должен использоваться для обозначения других проводов, если возможно разночтение.

Если используют маркировку цветом, нулевые, неизолированные провода следует маркировать СВЕТЛО-ГОЛУБОЙ полосой шириной от 15 до 100 мм на каждой оболочке, оборудовании или в каждом доступном месте. Возможна окраска в СВЕТЛО-ГОЛУБОЙ цвет по всей длине.

13.2.4 Идентификация цветовой маркировкой

Если для маркировки проводов (кроме защитного и нейтрального проводов, см. 13.2.2, 13.2.3) используют цвет, то следует применять ЧЕРНЫЙ, КОРИЧНЕВЫЙ, КРАСНЫЙ, ОРАНЖЕВЫЙ, ЖЕЛТЫЙ, ЗЕЛЕНЫЙ, ГОЛУБОЙ (включая СВЕТЛО-ГОЛУБОЙ), ФИОЛЕТОВЫЙ, СЕРЫЙ, БЕЛЫЙ, РОЗОВЫЙ, БИРЮЗОВЫЙ цвета.

Примечание — Перечень цветов взят из МЭК 60757 [18].

Когда цвет используют как средство идентификации, рекомендуется наносить этот цвет по всей длине провода соответствующими метками через определенные интервалы или применять изоляционные мате-

риалы такого же цвета. Допустимым вариантом является использование маркировки в местах присоединения проводников.

В целях безопасности ЗЕЛЕНЫЙ и ЖЕЛТЫЙ цвета не следует использовать, если существует возможность спутать их с двухцветным сочетанием ЗЕЛЕНЫЙ — ЖЕЛТЫЙ (см. 13.2.2).

Обозначение цветом с применением сочетаний, указанных выше, может быть использовано, если отсутствует опасность их перепутать, и не используют ЗЕЛЕНЫЙ и ЖЕЛТЫЙ цвета отдельно, а только в двухцветном сочетании ЗЕЛЕНЫЙ — ЖЕЛТЫЙ.

При использовании маркировки цветом изолированные провода следует маркировать следующими цветами:

- ЧЕРНЫМ для силовых цепей переменного и постоянного токов;
- КРАСНЫМ для цепи управления переменного тока;
- ГОЛУБЫМ для цепи управления постоянного тока;
- ОРАНЖЕВЫМ для цепи управления блокировкой в соответствии с 5.3.5.

Допускаемые исключения относительно вышеперечисленного:

- если используемый изоляционный материал невозможно окрасить в нужные цвета;
- если используют многопроводный кабель, за исключением двухцветного сочетания ЗЕЛЕНЫЙ — ЖЕЛТЫЙ.

13.3 Монтаж электропроводки внутри оболочек

Расположенные внутри оболочек провода должны, в случае необходимости, фиксироваться на своем месте. Использование неметаллических коробов и каналов должно быть разрешено только в случае, если они изготовлены из материалов, препятствующих распространению огня (серия МЭК 60332) [19].

Устанавливаемое внутри оболочек электрооборудование рекомендуется конструировать и изготовлять так, чтобы была возможность проводить изменения электропроводки с фронтальной части оболочки (см. 11.2.1). Если это невозможно и если приборы управления подключены в глубине оболочки, необходимо предусмотреть дверцы для доступа или монтажные поворотные панели.

Подводы к устанавливаемым на дверцах или других съемных частях устройствам следует выполнять с помощью гибких проводов в соответствии с требованиями 12.2, 12.6, которые не должны препятствовать частому перемещению этих частей. Провода следует крепить к фиксированным частям и подвижным деталям независимо от электрических соединений (см. 8.2.3 и 11.2.1).

Провода и кабели, не уложенные в короба, должны быть закреплены соответствующим образом.

Для переходов монтажа электропроводки управления за пределы оболочки следует использовать блоки контактных зажимов или комбинации из розеточных и вилочных частей разъемов.

Силовые кабели и кабели измерительных цепей могут быть присоединены непосредственно к зажимам устройств, которые допускают такое соединение.

13.4 Монтаж электропроводки вне оболочки

13.4.1 Общие требования

Средства, предусмотренные для ввода кабелей во внутрь оболочки и их уплотнительные кабельные вводы, соединительные гильзы и т.д., должны быть такими, чтобы не снижалась степень защиты оболочки (см. 11.3).

13.4.2 Наружные короба

Провода и их соединения, расположенные снаружи оболочки или кожухов электрооборудования, должны быть уложены в короба (например, трубы, каналы, лотки), как описано в 13.5, за исключением надежным способом защищенных кабелей, которые допускается прокладывать без защитного короба с использованием или без использования открытых кабельных трасс или опорных конструкций. Например, подвод к датчикам положения или бесконтактным переключателям может осуществляться специальным кабелем, предназначенным для этой цели, возможно коротким по длине и размещенным таким способом, чтобы защитить его от повреждений.

Используемая с коробами или многожильными кабелями арматура должна быть приспособлена к условиям окружающей среды.

В случае необходимости, для выполнения гибких соединений с подвесными кнопочными станциями необходимо использовать гибкий канал или гибкий многопроводный кабель. Подвесные кнопочные станции должны удерживаться на весу не за счет гибкого канала или многопроводного кабеля, а с помощью других средств. Однако это возможно, если канал или кабель предназначены для подвеса.

13.4.3 Присоединение к подвижным элементам машины

Соединения с часто перемещаемыми деталями следует выполнять с помощью проводов, предусмотренных для этой цели в соответствии с 12.2, 12.6. Гибкие кабели и каналы следует укладывать таким образом, чтобы исключить чрезмерные изгибы и нагрузки в особенности на их концевой арматуре.

Кабели, предназначенные для перемещений, должны быть установлены таким образом, чтобы исключать резкие перегибы и механические напряжения в точках соединения. Если это достигается при использовании петель, кабели должны иметь достаточную длину, чтобы обеспечивать радиус изгиба, по крайней мере в десять раз превышающий диаметр самого кабеля.

Гибкие кабели машин должны быть установлены или защищены таким образом, чтобы минимизировать возможность получения внешних повреждений, которые возникают вследствие факторов, обусловленных следующими способами использования кабеля или потенциальными нарушениями в эксплуатации:

- прохождением кабеля поверх машины или по ней;
- прохождением кабеля через тележки или поверх других машин;
- соприкосновением с элементами машин во время движения;
- сматыванием с катушек и наматыванием на катушки или на кабельные барабаны, или сматывание с кабельных барабанов;
- воздействием инерционных усилий и ветровых нагрузок на подвесные устройства для кабелей или на подвесные кабели;
- избыточными изгибами в кабельных соединениях;
- избыточным воздействием теплового излучения.

Оболочка кабеля должна быть устойчивой к обычному износу, который может наблюдаться в результате перемещения и под внешним воздействием веществ, содержащихся в атмосфере (масла, воды, охлаждающей жидкости, пыли).

Если кабель, подверженный воздействию перемещений, расположен в непосредственной близости с подвижными частям, необходимо предусмотреть пространство не менее чем 25 мм между этими подвижными частями и кабелями. Когда такое расстояние практически невозможно обеспечить, необходимо устанавливать фиксированные перегородки между кабелями и подвижными частями.

Система установки кабелей должна быть спроектирована таким образом, чтобы угол скручивания кабеля в поперечном сечении не превышал 5°, если кабель:

- наматывается или сматывается с кабельного барабана;
- подводится к кабелеводящему устройству или отводится от него.

Должны быть приняты меры, чтобы остаток кабеля на барабане составлял по меньшей мере два витка кабеля.

Устройства, предназначенные для того, чтобы направлять или нести гибкий кабель, должны быть спроектированы таким образом, чтобы внутренний радиус изгиба во всех точках, где кабель меняет свое направление, был не меньше значений, приведенных в таблице 8. Исключение из правила, когда заключено специальное соглашение с производителем кабеля с учетом допустимых напряжений и ожидаемого срока службы при усталостных воздействиях.

Таблица 8 — Минимальные радиусы изгиба устройств, подводящих гибкие кабели

Применение	Диаметр кабеля или толщина плоского кабеля d, мм		
	$d \le 8$	$8 < d \le 20$	$d > 20$
Кабельные направляющие ролики	$6d$	$6d$	$8d$
Кабельные барабаны	$6d$	$8d$	$8d$
Подвижная подвеска (на тросе)	$6d$	$6d$	$8d$
Остальные случаи	$6d$	$6d$	$8d$

Длина прямого участка между двумя изгибами S-образной формы по меньшей мере в 20 раз должна превышать диаметр кабеля.

Если гибкий рукав подводят к подвижным частям, конструкция и средства установки должны исключать повреждения гибкого рукава во всех рабочих режимах.

Гибкий трубопровод не следует использовать в случае быстрых или частых движений, за исключением случая, когда он специально спроектирован для этой цели.

13.4.4 Соединения устройств машины между собой

Когда несколько переключающих устройств, установленных на машине (например, датчики положения, кнопочные выключатели), соединены последовательно или параллельно, рекомендуется, чтобы со-

единения между этими устройствами осуществлялись через зажимы, имеющие промежуточные контрольные точки. Подобные зажимы должны быть соответствующим образом размещены, надлежащим образом защищены и указаны на соответствующих схемах.

13.4.5 Разъемные соединения

При использовании разъемных соединений следует выполнять одно или несколько следующих предписаний:

Исключения — Действие предписаний не распространяется на разъемы, находящиеся внутри оболочек, на стационарные соединения негибких кабелей и шин с помощью разъемов.

a) при установке в полном соответствии с перечислением f) разъем должен всегда обеспечивать защиту от случайного соприкосновения с частями, находящимися под напряжением, включая время соединения и разъединения. Требуемая степень защиты должна быть не менее IPXXB. На разъемы для цепей БСНН это требование не распространяется;

b) при питающей сети в TN- или TT-системе соединение с цепью защиты должно происходить до соединения токоведущих частей, находящихся под напряжением, и не прерываться до тех пор, пока все токоведущие части не будут отключены (заземляющий контакт) (см. 6.3 и 8.2.4);

c) разъемы, предназначенные для разматывания и заматывания цепей под нагрузкой, должны иметь соответствующую коммутационную способность, рассчитанную на токи не менее 30 А, разъемы, предназначенные для коммутации под нагрузкой, должны быть снабжены блокировкой с комбинированным выключателем, разрешающим производить их перекоммутацию только в положении выключателя «Отключено»;

d) разъемные части соединителей, которые рассчитаны на токи более 16 А и остаются соединенными в обычном режиме, должны иметь фиксаторы, исключающие случайное разъединение;

e) если случайное или непредумышленное разъединение разъема может привести к опасной ситуации, необходимо принять соответствующие меры защиты.

При монтаже разъемов необходимо выполнять следующие предписания:

f) компоненты разъемов, остающиеся под напряжением после разъединения, должны иметь степень защиты не менее IP20 или IPXXB, обеспечивая таким образом требуемый зазор и расстояния, ограничивающие токи утечки по изоляции. К цепям БСНН указанные требования не относятся;

g) металлические корпусы разъемов должны быть соединены с цепями защиты. К цепям БСНН указанные требования не относятся;

h) разъемы в силовых цепях, не предназначенные для разъединения под нагрузкой, должны иметь средства для исключения возможности случайного или непредумышленного разъединения, а также соответствующую маркировку, указывающую на их назначение;

i) если в одном и том же электрооборудовании используют несколько вилочных и розеточных частей соединителей, они должны четко идентифицироваться. Чтобы избежать неправильного включения, рекомендуется использовать механическую ориентацию (кодировку) частей электрических соединителей;

j) разъемы, используемые в цепях управления, должны соответствовать требованиям МЭК 61984.

Исключение — См. перечисление к);

к) разъемные соединители, предназначенные для приборов бытового или аналогичного назначения, не следует использовать в цепях управления. В разъемах, соответствующих МЭК 60309-1, могут быть использованы в цепях управления только те контакты, которые предназначены для этих целей.

Исключение — Требования по перечислению к) не применяются для функций управления, использующих высокочастотные сигналы для силового питания.

13.4.6 Разборка для транспортирования

Если электропроводка подлежит обязательному разъединению при транспортировании, то для этого в местах разделения должны быть предусмотрены зажимы в доступном корпусе (соединительной коробке) или панели вилочных и розеточных частей соединителей. Эти зажимы должны быть размещены в оболочках, а соединители должны быть соответствующим образом защищены от физического воздействия окружающей среды во время транспортирования и хранения.

13.4.7 Дополнительные провода

Необходимо предусматривать установку запасных проводов для обслуживания и ремонта. Если эти провода установлены, они должны быть подсоединены к запасным зажимам (либо изолированы) таким образом, чтобы исключалась возможность всякого контакта с токоведущими частями.

13.5 Каналы и соединительные коробки

13.5.1 Общие требования

Каналы должны обеспечивать соответствующую условиям степень защиты (МЭК 60529).

Все острые края, сколы, заусенцы, шероховатые поверхности или резьба, с которыми может контактировать изоляция проводов, должны быть удалены с каналов и соединителей. При необходимости могут быть применены дополнительные защитные средства (такие как, например, пожаростойкие и маслоустойчивые материалы), чтобы предохранять изоляционный материал провода.

В лотках для прокладки кабеля, соединительных и ответвительных коробках следует предусматривать дренажные отверстия диаметром 6 мм для удаления воды, если предполагается ее скопление в этих кабельных конструкциях.

Чтобы избежать путаницы между электрическими и гидравлическими, пневматическими или водяными каналами, рекомендуется физически их разделять или соответственно четко маркировать.

Открытые короба и лотки для прокладки кабеля следует жестко закреплять на достаточном удалении от подвижных частей машины, чтобы уменьшить опасность повреждения или износа. В местах, где необходим проход людей, открытые короба и лотки следует монтировать на высоте не менее 2 м над рабочей площадкой.

Кабельные каналы следует использовать только как механическую защиту (см. 8.2.3 в части требований к соединению с защитными цепями).

Ввиду того, что кабельные подводы (лотки), которые защищены лишь частично, не рассматриваются в качестве каналов или кабельных несущих систем (см. 13.5.6.), то используемые кабели должны быть пригодны для установки как в кабельных лотках, так и без них.

13.5.2 Коэффициент заполнения кабельных каналов

Необходимо, чтобы коэффициент заполнения основывался на показателях длины и прямолинейности канала и гибкости проводов. Рекомендуется, чтобы расположение каналов и их размеры позволяли легко укладывать на место провода и кабели.

13.5.3 Жесткие металлические трубопроводы и арматура

Жесткие металлические трубопроводы и арматура должны быть изготовлены из стали с гальваническим покрытием или материала, устойчивого к коррозии, и приспособлены к условиям эксплуатации. Не рекомендуется использовать разные материалы, так как при контакте они могут стать источником гальванической коррозии.

Трубопроводы следует надежно крепить, в том числе на каждом конце.

Арматура должна быть совместима с трубопроводом и приспособлена к условиям использования. Арматура должна иметь резьбу, если, конечно, сложная конструкция не препятствует монтажу. Если используют арматуру без резьбы, трубопровод следует крепить к оборудованию надежным образом.

Трубопроводы должны быть выполнены таким образом, чтобы исключалось их повреждение, а внутренний диаметр канала не уменьшался значительно при изгибе.

13.5.4 Гибкие металлические рукава и арматура

Гибкий металлический рукав должен состоять либо из гибких металлических труб, либо армированного покрытия из проволоки с оплеткой. Он должен соответствовать условиям окружающей среды.

Арматура должна быть совместима с рукавом и приспособлена к условиям эксплуатации.

13.5.5 Гибкие неметаллические рукава и арматура

Гибкий неметаллический рукав должен обладать устойчивостью к кручению и иметь физические характеристики, сравнимые с оболочкой многожильных кабелей.

Рукав должен соответствовать требуемым условиям окружающей среды и температуры.

Арматура должна быть совместима с рукавом и приспособлена к условиям эксплуатации.

13.5.6 Кабеленесущие системы

Расположенные снаружи оболочки для кабеленесущих систем должны быть жестко закреплены и достаточно удалены от всех подвижных или загрязняющих частей машины.

Крышки должны иметь такую форму, чтобы захватывались боковые стороны, при этом требуется применение уплотнений. Крышки должны крепиться в кабеленесущих системах соответствующими средствами. На горизонтальных кабеленесущих системах не допускается нижнее расположение крышки, за исключением использования специальных конструкций.

Примечание — Требования к кабеленесущим системам и другим системам для прокладки трасс в электрооборудовании приведены в МЭК 61084 [20].

Если канал для кабеленесущей системы собирается из звеньев (секций), зазоры между звеньями должны быть плотно пригнаны друг к другу без применения уплотнений.

Единственными допустимыми отверстиями должны быть те, которые необходимы для монтажа электропроводки и удаления жидкости. Каналы кабеленесущих систем должны открываться легко без ударов.

13.5.7 Отсеки машины и лотки для прокладки кабелей

Допускается использование секций (отсеков) и лотков для защиты кабелей при их прокладке внутри опоры или основания машины, если отсек или лоток изолирован от резервуаров с охлаждающим веществом или маслом, или же полностью закрыт. Способ укладки проводов в закрытые отсеки и лотки должен быть безопасным и выполняться таким образом, чтобы исключать механические повреждения.

13.5.8 Соединительные и другие коробки

Соединительные и иные коробки, применяемые для монтажа проводки, должны быть удобными в эксплуатации. Коробки должны иметь степень защиты от воздействия твердых тел и жидкостей, образующихся в процессе эксплуатации машины в соответствии с 11.3.

Коробки должны выдерживать предполагаемые воздействия условий окружающей среды, включая такие загрязняющие вещества, как пыль, масло и охлаждающие жидкости, и легко открываться без воздействия ударом или применения инструментов.

13.5.9 Зажимные коробки двигателей

Зажимные коробки двигателей должны содержать только подсоединения к двигателю и устройствам, установленным на нем (например, тормозу, температурным датчикам, реле контроля скорости, тахометрическому генератору).

14 Электродвигатели и сопутствующее оборудование

14.1 Общие требования

Электродвигатели должны удовлетворять требованиям соответствующих частей из серий стандартов МЭК 60034-1.

Электродвигатели и связанное с ними оборудование должны быть защищены от:

- воздействия сверхтоков в соответствии с 7.2;
- воздействия перегрузок в соответствии с 7.3;
- превышения допустимой частоты вращения в соответствии с 7.6.

Многие управляющие устройства не прерывают питание двигателя, когда он не работает. Следовательно, необходимо принять меры предосторожности, чтобы убедиться в выполнении требований 5.3 — 5.5, 7.5, 7.6 и 9.4. Аппаратуру управления двигателем следует располагать и монтировать в соответствии с требованиями раздела 11.

14.2 Корпус (оболочка) двигателей

Рекомендуется выбирать двигатели с оболочками из перечисленных в МЭК 60034-5.

Степень защиты для всех двигателей должна быть не менее IP23 (МЭК 60529). В зависимости от условий эксплуатации и окружающей среды допускается предъявлять более жесткие требования (см. 4.4). Встроенные двигатели, которые являются составной частью машины, должны быть установлены таким образом, чтобы обеспечивалась надежная защита от механических воздействий.

14.3 Размеры двигателей

Насколько возможно, размеры двигателей должны удовлетворять требованиям серии стандартов МЭК 60072.

14.4 Монтаж двигателей

Каждый двигатель и его вспомогательное оборудование (муфты, ремни, шкивы) следует устанавливать таким образом, чтобы обеспечивалась правильная защита и легкий доступ для контроля, обслуживания, регулировки, смазки и замены. Монтаж двигателя должен обеспечивать возможность снятия всех крепежных средств и доступ к зажимным коробкам.

Двигатели должны быть установлены таким образом, чтобы обеспечивалось правильное охлаждение, а их нагрев оставался в пределах, предусмотренных для изоляции соответствующего класса (МЭК 60034-1).

Необходимо, чтобы, по мере возможности, отсеки для установки двигателей были чистыми и сухими; при необходимости они должны вентилироваться наружу. Вентиляционные отверстия должны быть такими, чтобы проникновение стружек, пыли или водных брызг было на допустимом уровне.

Между отсеком для установки двигателя и другими частями не должно быть отверстий, которые бы не удовлетворяли требованиям, предъявляемым к размещению данного электродвигателя. Если канал или рукав проходит в отсек для установки двигателя из другого отсека без соблюдения этих требований, то любой зазор вокруг них должен быть тщательно герметизирован.

14.5 Критерии выбора

Характеристики двигателей и соединенного с ними оборудования следует выбирать в зависимости от условий эксплуатации и окружающей среды (см. 4.4). Параметры, которые должны быть тщательным образом учтены:

- тип двигателя;
- тип рабочего цикла (МЭК 60034-1);
- работу при постоянной и/или изменяющейся частоте вращения (и переменное влияние получаемой в результате этого вентиляции);
- механическую вибрацию;
- способ управления скоростью двигателя;
- влияние на нагрев спектра гармоник напряжения и/или тока питания двигателя (когда последний питается от статического преобразователя);
- способ пуска и возможное влияние пускового тока включения на работу других потребителей с учетом возможных специальных требований к источнику, подающему энергию;
- изменение противодействующего момента в зависимости от времени и скорости;
- влияние нагрузок со значительной инерцией;
- влияние постоянного вращающего момента или работы с постоянной мощностью;
- возможную потребность в наличии реактора между двигателем и преобразователем.

14.6 Защитные устройства для механического торможения

Срабатывание защитных устройств перегрузки по току или напряжению в механических тормозных приводах должно вызывать одновременное отключение (обесточивание) соответствующих им приводов на машине.

Примечание — Комплектные машинные приводы следует объединять по принципу совместного движения, например кабельные барабаны и длинноходовые приводные механизмы.

15 Вспомогательное оборудование и освещение

15.1 Вспомогательное оборудование

Если машина или связанное с ней оборудование снабжены штепсельными разъемами, предназначенными для питания вспомогательного оборудования (например, электрической переносной аппаратуры, испытательного оборудования), следует соблюдать следующие условия:

- рекомендуется, чтобы эти штепсельные разъемы отвечали требованиям МЭК 60309-1. Если это невозможно, необходимо, чтобы они были четко промаркированы с указанием номинальных значений напряжения и тока;
- принимать меры предосторожности, чтобы обеспечивать непрерывность цепи защиты (за исключением цепей БСНН);
- все незаземленные и соединенные с выходной штепсельной розеткой провода должны быть надлежащим образом защищены от сверхтоков и, если требуется, от перегрузок в соответствии с требованиями 7.2 и 7.3 отдельно от защиты других цепей;
- когда питание штепсельной розетки не прерывается расположенным на машине общим выключателем, применяют требования 5.3.5.

Примечание 1 — См. приложение В.

Примечание 2 — Цепи штепсельных розеток могут быть оснащены устройствами защиты от токов утечки (УЗО).

15.2 Местное освещение машины и оборудования

15.2.1 Общие положения

Соединения с цепью защиты должны соответствовать требованиям 8.2.2.

Выключатель ВКЛ./ОТКЛ. не допускается размещать ни на патроне, ни на гибком кабеле питания.

Стробоскопический эффект от освещения ламп должен быть исключен применением соответствующих светильников.

Если внутри оболочки с электрооборудованием предусмотрено стационарное освещение, необходимо учитывать электромагнитную совместимость с учетом методов прокладки проводов (см. 4.4.2).

15.2.2 Питание

Рекомендуется, чтобы номинальное напряжение цепи местного освещения не превышало 50 В между проводами. Если применяют более высокое напряжение, его значение не должно превышать 250 В между проводами.

Источником питания цепи освещения должно быть одно из следующих устройств (см. 7.2.6):

- специализированный развязывающий трансформатор, соединенный со стороны подвода нагрузки к основному устройству отключения (вводному выключателю). Во вторичной цепи должна быть предусмотрена защита от сверхтоков;

- специализированный развязывающий трансформатор, соединенный со стороны линии подвода питания к основному устройству отключения. Использование этого источника может допускаться только для цепей освещения шкафов управления. Во вторичной цепи должна быть предусмотрена защита от сверхтоков (см. 5.3.5 и 13.1.3);

- цепь машины с отдельной защитой от сверхтоков;

- развязывающий трансформатор, подключенный со стороны линии подвода питания к основному устройству отключения, оснащенный отдельным устройством отключения (см. 5.3.5) в первичной цепи и защитой от сверхтоков во вторичной и заключенный в отдельную оболочку, расположенную рядом с основным устройством отключения питания (см. 13.1.3);

- цепь освещения, питаемая снаружи (например, от заводской сети освещения), только для цепей освещения шкафов управления и рабочего освещения машин, у которых общая мощность двигателей не превышает 3 кВт.

Исключение — Если стационарное освещение при нормальном функционировании находится вне доступа оператора, условия этого раздела не применяются.

15.2.3 Защита

Цепи местного освещения должны соответствовать требованиям 7.2.6.

15.2.4 Светильники

Регулируемые светильники должны быть адаптированы к условиям эксплуатации.

Патроны должны:

- соответствовать стандартам на патроны;

- изготовляться из изоляционного материала, полностью закрывающего цоколь лампы, чтобы избежать любого случайного контакта с токоведущими частями.

Отражатели следует крепить к арматуре лампы, а не к патрону.

Исключение — Если стационарное освещение находится вне доступа оператора при нормальном функционировании, эти условия не применяются.

16 Сигналы оповещения, маркировочные знаки и условные обозначения

16.1 Общие положения

Идентификационная маркировка, предупреждающие знаки и таблички должны быть стойкими к внешним воздействиям окружающей среды.

16.2 Предупреждающие знаки

16.2.1 Опасность поражения электрическим током

Оболочки, на которых четко не обозначено, что они содержат электрооборудование, опасное с точки зрения поражения электрическим током, следует обозначать молнией черного цвета на желтом фоне треугольника с черной каймой МЭК 60417-5036 (DB:2002-10).

Предупреждающие знаки должны быть ясно видимыми при закрытой дверце или оболочке.

Предупреждающие знаки допускается не использовать (см. 6.2.2, перечисление b) в следующих случаях:

- если оболочка снабжена устройством отключения питания;

- на посту управления оператора или пульте управления;

- на одиночном устройстве в его собственной оболочке (например, датчике положения).

16.2.2 Опасность от нагретой поверхности

В тех местах, где анализ рисков указывает на наличие опасного нагревания поверхности электрического оборудования, необходимо размещение графического символа МЭК 60417-5041 (DB: 2002-10).

Примечание — Для электроустановок следует руководствоваться мерами в соответствии с МЭК 60364-4-42 (раздел 423 и таблица 42 А) [21].

16.3 Функциональная идентификация

Используемые в интерфейсе человек — машина устройства управления и показывающие измерительные приборы (особенно относящиеся к функциям безопасности) следует четко и прочно маркировать в зависимости от их функций. Маркировку следует наносить или на сами устройства и приборы, или рядом с ними. Такие маркировки должны согласовываться между потребителем и поставщиком электрооборудования (приложение В). Следует отдавать предпочтение использованию стандартных символов по ИСО 7000.

16.4 Маркировка электрооборудования

Оборудование (например, блок аппаратуры управления) следует четко и прочно маркировать таким образом, чтобы обслуживающий персонал мог видеть маркировку после его установки. Везде, рядом с местом подвода питания к оболочке, следует крепить заводскую или фирменную табличку со следующими данными:

- наименованием или заводской маркой поставщика;
- сертификационным знаком, если он требуется;
- серийным номером, если применяется;
- номинальным напряжением, числом фаз и частотой (при переменном токе) и током полной нагрузки для каждого источника питания;
- отключающей способностью токов короткого замыкания для защитного устройства машины;
- номером основного документа (см. МЭК 62023).

Указанный на табличке электротехнического устройства ток полной нагрузки не должен быть менее значений суммы токов полной нагрузки всех двигателей и другого оборудования, которые могут одновременно находиться в работе в обычных условиях эксплуатации.

Если необходимо управлять только одним электродвигателем, информацию об этом допускается наносить на заводскую табличку машины, если эта табличка достаточно четко видна.

16.5 Маркировочные знаки, условные обозначения

Все оболочки, блоки, приборы управления и компоненты следует четко маркировать теми же знаками и условными обозначениями, которые указаны в технической документации.

17 Техническая документация

17.1 Общие положения

Информацию, необходимую для установки, использования и обслуживания электрооборудования машины, следует поставлять в виде чертежей, схем, диаграмм, таблиц и инструкций. Все указанные в ней сведения должны быть на языке потребителя (приложение В). Сопутствующая поставке информация может варьироваться в зависимости от сложности поставляемого электрооборудования. Для очень простого оборудования соответствующие сведения могут содержаться в одном документе при условии, что этот документ включает в себя все электрические устройства и позволяет выполнять подсоединения к питающей сети.

Примечание 1 — Техническая документация, содержащая информацию об обозначениях электрооборудования, должна быть составной частью документации на машину.

Примечание 2 — В некоторых странах требование по использованию специальных языков регламентировано юридически.

17.2 Предоставляемые данные

Предоставляемые с электрическим оборудованием данные должны включать в себя:

а) основной документ на поставку (перечень частей или перечень документации);

b) вспомогательные документы, предоставляющие:

1) подробные сведения по установке, включая информацию по монтажу и подключению к электросети (электросетям),

2) требования к питанию электроэнергией,

3) сведения об условиях физической окружающей среды (например, освещение, уровень вибрации и шума, атмосферное загрязнение), если необходимо,

4) функциональную(ые) схему(ы), если имеется,

5) принципиальную(ые) схема(ы),

6) информацию (если имеется) относительно:

- программирования, если требуется для эксплуатации оборудования,
- последовательности операций,
- частоты проверок,
- периодичности и методов функциональных испытаний,
- регулирования, обслуживания и ремонта оборудования, особенно приборов и цепей защиты,
- рекомендуемого перечня запасных частей,
- перечня инструментов,

7) описание (включая схемы соединений) защитных устройств, функций взаимной блокировки, блокировок ограждений для исключения опасных ситуаций в особенности для машин, работающих в скоординированной манере,

8) описание методов и средств защиты, действующих на время нейтрализации первичных защитных устройств (например, при наладке или обслуживании, см. 9.2.4),

9) инструкции по безопасной эксплуатации машины (см. 17.8),

10) информацию по проведению погрузочно-разгрузочных работ, транспортированию и хранению,

11) информацию по токам нагрузки, пусковым токам и допустимым провалам напряжения,

12) информацию относительно остаточных рисков при существующих мерах защиты, указания по специальной подготовке, если потребуется, и перечень необходимого защитного оборудования для персонала.

17.3 Требования к техническим документам

В отсутствии специальной договоренности между изготовителем и пользователем:

- технические документы должны быть подготовлены в соответствии с МЭК 61082;
- используемая система обозначений должна соответствовать МЭК 61346;
- инструкции/руководства по эксплуатации должны соответствовать МЭК 62079;
- перечни, если имеются, должны соответствовать МЭК 62027 (раздел В).

Примечание — См. 13, приложение В.

Чтобы снабжать ссылками различные документы, поставщик должен выбрать один из следующих методов:

- если документация состоит из небольшого числа документов, например, не более пяти, то каждый из документов должен быть снабжен справочником со ссылкой на номера всех других документов, относящихся к этому же электрооборудованию, или

- при наличии одного основного документа (МЭК 62023) вся остальная документация с ее номерами и заголовками должна быть указана на чертежах или в примечании к документу, или

- при структурировании документации все документы определенного уровня должны быть описаны с их номерами и заголовками в перечне документов того же уровня (МЭК 62023).

17.4 Документация по установке оборудования

Техническая документация должна содержать всю необходимую информацию о предварительных работах по установке машины, включая комплектование. В общих случаях возможно предоставление сборочных чертежей узлов.

Должны быть четко указаны рекомендуемое расположение, типы и поперечные сечения устанавливаемых кабелей питания.

Должны быть предоставлены данные, необходимые для выбора типа, характеристик, номинальных значений тока и пределов срабатывания приборов защиты от сверхтоков, которые устанавливаются для кабелей электропитания (см. 7.2.2).

Где необходимо, размер, применение и расположение коробов в основании машины, которые должны поставляться потребителям, должны быть подробно описаны в схемах размещения кабельных каналов (приложение В).

Размер, тип и применение коробов, лотков и опорных конструкций для прокладки кабелей между машиной и вспомогательным оборудованием, поставляемых потребителю, должны быть подробно изложены на схемах или чертежах (см. приложение В).

На чертежах, если необходимо, указывают место для демонтажа или обслуживания электрооборудования.

Примечание — Примеры схем размещения — по МЭК 61082-4.

При необходимости, схема (таблица) соединений должна сопровождать поставляемое электрооборудование. Эта схема (или таблица) должна содержать все сведения о внешних соединениях. Когда электрооборудование предназначено для работы при питании от более чем одного источника питания, схема (таблица) должна указывать изменения или соединения, необходимые для использования каждого источника питания.

Примечание — Примеры схем/таблиц соединений — по МЭК 61082-3.

17.5 Монтажные и функциональные электросхемы

Блок-схему системы следует поставлять, если это необходимо для облегчения понимания принципов работы. Блок-схема дает символическое представление об электрооборудовании в совокупности со взаимными связями без обязательного показа всех соединений.

Примечание 1 — Примеры блок-схем можно найти в МЭК 61082-2.

Функциональные схемы могут быть использованы как части блок-схемы или приложения к ней.

Примечание 2 — Примеры функциональных схем можно найти в МЭК 61082-2.

17.6 Принципиальные электросхемы

Поставка одной или нескольких принципиальных схем является обязательным условием. Эти схемы должны показывать электрические цепи на машине и вспомогательном оборудовании. Все отсутствующие в МЭК 60617-DB графические символы должны быть указаны отдельно и описаны на схемах или в прилагаемых документах. Символы и обозначения составных элементов и устройств должны быть постоянными и идентичными как во всех документах, так и на машине.

При необходимости, схемы, показывающие зажимы для обеспечения соединений между блоками, должны входить в состав поставляемой технической документации. Такую схему допускается использовать в сочетании с принципиальной схемой(ми) для упрощения. В схеме должна быть ссылка на подробную принципиальную схему каждого блока.

Условные обозначения принципа действия выключателя должны быть приведены на электромеханических схемах со всеми его устройствами управления в отключенном состоянии (например, питание электроэнергией, воздухом, водой, подачей смазки) и пребывания машины и ее оборудования в нормальных стартовых условиях.

Провода следует обозначать в соответствии с требованиями 13.2.

Цепи должны быть показаны таким образом, чтобы облегчать понимание их функций, а также порядок обслуживания и поиска дефектов. Относящиеся к функциям устройств управления и их составных элементов характеристики, которые не являются очевидными из их символического обозначения, должны быть приведены в схемах рядом с символом или даны в качестве справок в примечаниях.

17.7 Руководство по эксплуатации

Техническая документация должна включать руководство по эксплуатации с подробным описанием всех процедур, необходимых для приведения в действие и эксплуатации электрооборудования. Особое внимание следует уделять обеспечению мер защиты.

Когда работа оборудования может программироваться, возникает необходимость в более подробной информации о методах программирования, необходимом оборудовании для этого, проверке программы и дополнительных мерах безопасности (если они требуются).

17.8 Руководство по обслуживанию

Техническая документация должна включать в себя руководство по обслуживанию с подробным описанием соответствующих процедур по регулированию, уходу, профилактическому обслуживанию и ремонту. Необходимо, чтобы в руководстве были приведены рекомендации по уходу и обслуживанию и регистрации выполненных работ. Если в руководстве указывают методы контроля соответствующих режимов работы (например, испытательная программа по проверке программного обеспечения), их применение должно быть подробно описано.

17.9 Перечень элементов

Как минимум, перечень элементов должен включать в себя сведения, необходимые для заказа запасных частей (например, составных компонентов, приборов, программного обеспечения, испытательного оборудования, технической документации) для регламентного ремонтного обслуживания, и тех запасных частей, которые должны храниться у потребителя оборудования.

18 Испытания и проверка

18.1 Общие положения

Настоящий стандарт определяет общие требования, предъявляемые к электрическому оборудованию машин.

Испытания конкретного вида машины следует проводить по соответствующим стандартам на продукцию. Когда машины данного вида не стандартизованы, они должны всегда подвергаться испытаниям в соответствии с перечислениям a), b) и f), а также могут включать одно или более испытаний в соответствии с перечислениями c) — e):

a) проверка соответствия технической документации;

b) при наличии защиты от непрямого контакта с использованием автоматического разъединения следует проверять условия для срабатывания такой защиты (см. 18.2);

c) испытание сопротивления изоляции (см. 18.3);

d) проверка напряжением (см. 18.4);

e) защита от остаточных напряжений (см. 18.5);

f) испытание работоспособности (см. 18.6).

После того, как эти испытания выполнены, рекомендуется их документировать в вышеизложенной последовательности.

После внесения изменений в электрооборудование необходимо выполнять требования 18.7.

Испытания следует проводить с использованием измерительного оборудования, соответствующего стандартам МЭК. Для испытаний в соответствии с 18.2, 18.3 необходимо применение измерительного оборудования согласно стандартам серии МЭК 61557 [22].

Результаты испытаний и измерений должны быть документированы.

18.2 Проверка условий по защите автоматическим отключением от питающей сети

18.2.1 Общие положения

Условия для автоматического отключения от питания (см. 6.3.3) должны быть подтверждены в процессе проведения испытаний.

При питании в TN-системе методы испытаний описаны в 18.2.2; их применение для различных условий подключения к сети определены в 18.2.3.

При питании в TT- и IT-системах следует руководствоваться МЭК 60364-6-61.

18.2.2 Методы испытаний при питании в TN–системе

Методом 1 следует проверять непрерывность защитных заземляющих цепей, методом 2 — условия по автоматическому отключению от питающей сети.

Метод 1 — Проверка непрерывности защитных заземляющих цепей

Должны быть проведены измерения сопротивления между зажимом PE (см. 5.2 и рисунок 3) и различными точками цепи защиты пропусканием токов от 0,2 А и приблизительно до 10 А, получаемых от гальванически разделенного источника питания [например, по МЭК 60364-4-41 (пункт 413.1)], имеющего напряжение холостого хода не более 24 В переменного или постоянного тока. Не рекомендуется использовать источники питания БСНН для проведения таких измерений, так как это может привести к ошибочным результатам. Результаты испытаний должны быть соизмеримы с расчетными данными по сечениям, длине и материалу проводников в соответствующих цепях защитного заземления.

Примечание 1 — Большие значения токов используют для получения более точных результатов измерения в цепях с проводами большого поперечного сечения или короткими по длине.

Метод 2 — Проверка соответствия сопротивления контура короткого замыкания характеристикам установленных устройств защиты

Подключение к питающей сети и внешнего защитного проводника к PE-зажиму на машине должно проверяться осмотром.

Условия по защите автоматическим отключением питания по 6.3.3 и приложению А могут быть проверены двумя методами:

1) проверкой сопротивления контура короткого замыкания:

- расчетными методами или
- измерением в соответствии с А.4 и

2) подтверждением соответствия пределов срабатывания (уставок) и характеристик установленных устройств защиты требованиям приложения А.

Примечание 2 — Измеренные значения полного сопротивления контура короткого замыкания должны соответствовать условиям срабатывания автоматических разъединяющих устройств при токах I_a свыше 1 кА (где I_a является током, который вызывает автоматически срабатывание разъединяющего устройства за время, определяемое согласно приложению А).

18.2.3 Применение методов испытаний для TN-систем питания

Испытания по методу 1 в соответствии с 18.2.2 могут быть проведены для каждой цепи защитного заземления машины.

Если для измерений выбран метод 2 в соответствии с 18.2.2, то ему должны предшествовать испытания по методу 1.

Примечание — Нарушение проводимости защитных цепей заземления может привести к опасной ситуации для испытателя и другого персонала либо к повреждениям электрического оборудования во время проверки сопротивления контура короткого замыкания.

Необходимые виды испытаний для машин различного текущего состояния (монтажной готовности) указаны в таблице 9. Таблицу 10 следует использовать для определения текущего состояния машины (монтажная готовность).

Таблица 9 — Применение различных методов испытаний для TN-систем

Метод	Текущее состояние машины	Испытания на месте
А	Электрооборудование машины собрано и подключено на месте, но непрерывность защитных цепей не подтверждена	Метод 1 и метод 2 (см. 18.2.2). Исключение — Если предварительными расчетами производителя полного и активного сопротивления цепи короткого замыкания верны и если: - поперечные сечения и длины проводников на смонтированном оборудовании соответствуют расчетным и - подтверждается, что полное сопротивление цепи меньше или эквивалентно расчетному. Метод 1 (см. 18.2.2) для подключенного защитного заземляющего проводника и контроля подключения силового питания и внешнего защитного проводника к PE-зажиму машины является достаточным
В	Машина, имеющая подтверждения о проверке непрерывности защитных цепей (см. 18.1) путем испытания по методу 1 или 2, но у этой машины длины защитных цепей превышают длины кабелей, приведенных в таблице 10 Вариант В1) Машина полностью смонтирована и не будет демонтирована для транспортирования Вариант В2) Машину демонтируют для транспортирования, однако непрерывность защитных цепей обеспечена после разборки, транспортирования и последующей сборки, например, с помощью разъемных соединений	Метод 2 (см. 18.2.2) Исключение — Если имеется подтверждение того, что полное входное сопротивление внешней сети меньше или равно тому значению, которое было принято при расчетах, или когда испытания проводились по методу 2, нет необходимости испытывать наружные цепи отдельно для подтверждения соединений: при варианте В1) питающей сети, а также соединения внешнего провода защиты с PE-зажимом машины; при варианте В2) питающей сети, а также соединения внешнего провода защиты с PE-зажимом машины и всех соединений защитных проводников, которые были отключены при разборке для транспортирования

Окончание таблицы 9

Метод	Текущее состояние машины	Испытания на месте
C	Машина, имеющая подтверждение о проверке непрерывности защитных цепей (18.1) путем испытаний по методам 1 и 2 (см. 18.2.2) но у этой машины длины защитных цепей не превышают длины кабелей, приведенные в таблице 10. Вариант С1) Машина полностью смонтирована и не будет демонтирована для транспортирования Вариант С2) Машину демонтируют для транспортирования, однако непрерывность защитных цепей обеспечена после разборки, транспортирования и последующей сборки, например, с помощью разъемных соединений.	Нет необходимости испытывать на месте установки. Для машины, которая не подключается к питающей сети с помощью разъемных соединений, правильность ввода и подключения внешнего проводника защиты к PE-зажиму машины определяется визуальным осмотром При варианте С2) в документации по установке оборудования должны быть указаны требования о визуальном контроле за правильностью подключения всех защитных проводников, отключаемых для транспортирования .

Таблица 10 — Значения максимальной длины кабеля для каждого защитного устройства под нагрузкой

Входное сопротивление защитного устройства, мОм	Площадь поперечного сечения, мм^2	Номинальное значение уставки устройства I_N, А	Предохранители с временем отключения плавкой вставки 5 с (МЭК 60898)	Предохранители с временем отключения плавкой вставки 0,4 с (МЭК 60898)	Автоматический выключатель с характеристикой B[4] $I_a = 5I_n$ со временем отключения 0,1 с	Автоматический выключатель с характеристикой C[5] $I_a = 10I_n$ со временем отключения 0,1 с	Регулируемый автоматический выключатель при $I_a = 8I_n$ со временем отключения 0,1 с
			Максимальная длина кабеля в м, для каждого защитного устройства под нагрузкой				
1	2	3	4	5	6	7	8
500	1,5	16	97	53	76	30	28
500	2,5	20	115	57	94	34	36
500	4,0	25	135	66	114	35	38
400	6,0	32	145	59	133	40	42
300	10	50	125	41	132	33	37
200	16	63	175	73	179	55	61
200	25(фаза)/ 16 (PE)	80	133	—	—	—	38
100	35(фаза)/ 16 (PE)	100	136	—	—	—	73
100	50(фаза)/ 25 (PE)	125	141	—	—	—	66
100	70(фаза)/ 35 (PE)	160	138	—	—	—	46
50	95(фаза)/ 50 (PE)	200	152	—	—	—	98
50	120 (фаза)/ 70 (PE)	250	157	—	—	—	79

Максимальная длина кабеля в таблице 10 основана на следующем:

- кабели с ПВХ изоляцией и медными проводниками, температура провода при коротком замыкании не должна превышать 160 °С (см. таблицу D.5);

Окончание таблицы 9

- кабели с проводами питания меньше 16 мм^2 должны быть обеспечены защитным проводом с равным значением площади поперечного сечения; - кабели с проводами сечением больше 16 мм^2 должны быть обеспечены защитным проводом с понижением сечения, как показано в таблице; - трехфазные системы с номинальным напряжением питания 400 В; - максимальное входное сопротивление каждого защитного устройства следует применять согласно графе 1; - значения графы 3 следует корректировать согласно таблице 6 (см. 12.4). При отклонении от этих предположений следует проводить вычисления или измерения реального значения сопротивления контура короткого замыкания. Дополнительная информация в МЭК 60228 [23] и МЭК 61200-53 [24].

18.3 Испытание сопротивления изоляции

В результате проведения испытания измеренное при 500 В постоянного тока сопротивление изоляции между проводниками силовых цепей и цепями защиты не должно быть менее 1 мОм. Испытания возможно проводить на отдельных составных частях комплектного электрооборудования.

Исключение — Для некоторых видов электрооборудования, встраиваемого в блоки, а также коллекторов, скользящих контактных узлов, минимальное значение сопротивления изоляции не должно быть менее 50 кОм.

Если электрооборудование машины содержит устройства подавления перенапряжений, которые подключены в процессе проведения испытания, необходимо:

- отсоединять эти устройства или
- понижать уровень испытательного напряжения ниже уровня срабатывания таких устройств, но не ниже уровня амплитудного значения напряжения питания (между фазой и нейтральным проводом).

18.4 Испытание напряжением

При проведении испытаний следует применять испытательное оборудование в соответствии с МЭК 61180-2 [25]. Испытательное напряжение должно иметь частоту 50 или 60 Гц.

Максимальное напряжение при испытаниях должно составлять двойное значение номинального напряжения питания или 1000 В, если это значение больше. Максимальное значение напряжения при испытаниях следует прилагать между силовыми проводами питания и цепями защиты на время приблизительно 1 с. Требования выполняются, если не происходит разрушающего пробоя.

Компоненты и устройства, не предназначенные для испытания таким напряжением, должны быть отключены на время проведения испытания.

Компоненты и устройства, которые были испытаны напряжением в соответствии со стандартами, могут быть отключены на время проведения испытаний.

18.5 Защита от остаточных напряжений

При необходимости испытания проводят для проверки соответствия требованиям 6.2.4.

18.6 Испытания на проверку работоспособности

Работоспособность электрооборудования должна быть проверена. Функционирование электрических цепей, относящихся к безопасности (например, контроль короткого замыкания на землю), необходимо испытать.

18.7 Повторные испытания

Когда часть машины или вспомогательного оборудования заменена или изменена, эта часть должна быть проверена или испытана в соответствии с 18.1. Особое внимание следует обратить на возможные вредные последствия, которые могут проявиться в оборудовании в результате повторных испытаний (например, перенапряжение изоляции, разъединение/соединение устройств).

Приложение А
(обязательное)

Защита от косвенного прикосновения в TN-системе питания

(Выдержки из МЭК 60364-4-41:2001 и МЭК 60364-6-61:2001)

А.1 Общие положения

Защита от косвенного прикосновения должна обеспечиваться применением устройства защиты от короткого замыкания с время-токовой характеристикой, которое автоматически отключает питающие цепи или оборудование при замыкании между токоведущими частями и внешними незащищенными токопроводящими частями или проводником защиты в цепях или оборудовании за время размыкания. В зависимости от возникающих на машине токов короткого замыкания время размыкания не должно превышать 5 с.

Исключение — Если такое время не может быть выдержано, тогда необходимо принять меры (например, по дополнительному защитному заземлению) по ограничению возможного напряжения прикосновения 50 В переменного или 120 В выпрямленного постоянного тока между одновременно доступными проводящими частями (см. А.3).

Для цепей, в которые запитано или напрямую подключается через розетки переносимое вручную или носимое в процессе работы оборудование (например, розетки для подключения вспомогательного оборудования, см. 15.1), в таблице А.1 указано максимально допустимое время разъединения в зависимости от режима короткого замыкания.

Таблица А.1 — Максимальное время разъединения для TN-систем

U_0 [a], В	Время разъединения, с
120	0,8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
> 400	0,1

[a] U_0 — действующее значение напряжения короткого замыкания относительно земли.

Примечание 1 — Для напряжений, которые находятся в диапазоне, установленном МЭК 60038, время разъединения определяется исходя из номинального значения напряжения.

Примечание 2 — Для промежуточного значения напряжения следует принимать по таблице ближайшее большее.

А.2 Условия применения защиты путем автоматического отключения питания с помощью устройств защиты от токов короткого замыкания

Характеристики устройств и сопротивление цепей защиты должны быть такими, чтобы при незначительных нарушениях сопротивления где-либо в электрооборудовании между фазным проводником и защитным проводником или внешними проводящими частями автоматическое отключение питания произошло в соответствующее время (не более 5 с или не более значений в соответствии с таблицей А.1). Следующие условия должны удовлетворять требованиям уравнения:

$$Z_s I_a \le U_0,$$

где Z_s — полное сопротивление контура короткого замыкания, охватывающего питающий проводник от точки ввода до точки замыкания и защитный проводник от точки замыкания до точки ввода питания;

I_a — ток, вызывающий автоматическое срабатывание разъединяющего защитного устройства за установленное время;

U_0 — номинальное напряжение переменного тока относительно потенциала земли.

Необходимо учитывать увеличение сопротивления проводников при коротком замыкании из-за повышения температуры (см. А 4.3).

Примечание — Информацию для расчета токов короткого замыкания возможно получить из МЭК 60909 или от поставщиков устройств защиты.

А.3 Условия для защиты ограничением напряжения прикосновения менее 50 В

Если требования раздела А.2 недостаточны и требуется дополнительное защитное заземление как средство против достижения опасного уровня напряжения прикосновения, то условием для такой защиты, когда напряжение прикосновения не превысит 50 В, является условие ограничения значения сопротивления защитной цепи значением Z_{PE}:

$$Z_{PE} \leq \frac{50}{U_0} Z_s ,$$

где Z_{PE} — сопротивление цепи защиты между каким-либо установленным оборудованием и PE зажимом на машине (см. 5.2 и рисунок 2) или между одновременно доступными внешними проводящими частями и/или сторонними проводящими частями.

Соответствие этого условия должно быть проверено методом 1 по 18.2.2 для измерения сопротивления R_{PE}. Удовлетворительные условия по защите достигаются, когда значение R_{PE} не превышает:

$$R_{PE} \leq \frac{50}{I_{a(5c)}} ,$$

где $I_{a\ (5c)}$ — ток, протекающий через устройство защиты при срабатывании в течение времени не более 5 с;

R_{PE} — сопротивление цепи защиты между PE зажимом (см. 5.2 и рисунок 2) и каким-либо оборудованием на машине или одновременно доступными внешними проводящими частями или/и сторонними проводящими частями.

Примечание 1 — Дополнительное защитное заземление является дополнительной мерой по защите от непрямого контакта.

Примечание 2 — Дополнительное защитное заземление может охватывать все оборудование или его часть, а также отдельные аппараты или отдельные узлы машины.

А.4 Подтверждение соответствия условий по защите автоматическим отключением питания

А.4.1 Основные положения

Эффективность мер по защите от косвенного прикосновения автоматическим отключением питания в соответствии с разделом А.2 следует подтверждать:

- характеристики установленных защитных устройств визуальной проверкой уставок пределов срабатывания автоматических выключателей и токов вставок предохранителей, а также
- измерением полного сопротивления контура короткого замыкания Z_S.

Исключение — Если есть расчеты полного сопротивления контура короткого замыкания или сопротивления проводников защиты и расположение оборудования позволяет проверить соответствие длины и поперечных сечений проводников, проверка непрерывности проводников защиты может заменить процедуру измерения.

А.4.2 Измерение сопротивления контура короткого замыкания

Измерение сопротивления контура короткого замыкания следует проводить с использованием измерительного оборудования, соответствующего требованиям МЭК 61557-3. Информация относительно точности результатов измерения и процедуры измерения должны быть соответственно определены в документации на измерительное оборудование.

Измерения должны быть выполнены тогда, когда оборудование подключено к питающей сети с некоторой частотой, соответствующей номинальной для источника питания, предназначенного для оборудования.

Примечание — Рисунок А.1 иллюстрирует типичный случай измерения контура короткого замыкания на машине. Если не практикуется подключение электродвигателя на время испытания, то две его фазы должны быть отключены, например, изъятием плавких вставок предохранителей.

Измеренные значения сопротивления контура короткого замыкания должны соответствовать требованиям А.2

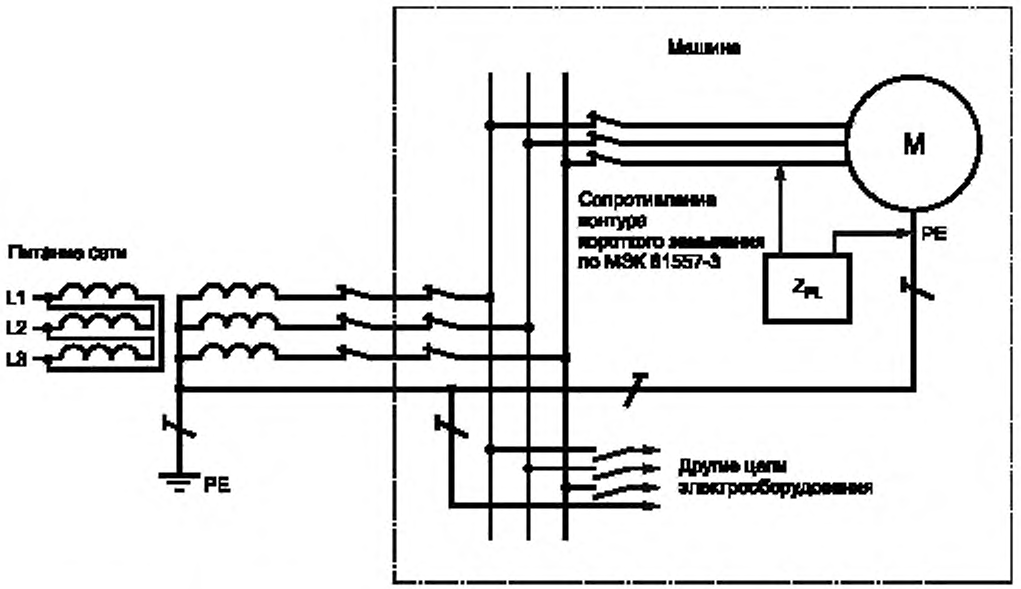


Рисунок А.1 – Типовая схема измерения полного сопротивления контура короткого замыкания

А.4.3 Определение различий между измеренным значением сопротивления проводников и действительным значением в условиях короткого замыкания

Примечание — Так как измерения проводились при окружающей температуре и пониженных значениях токов, то для подтверждения соответствия расчетов и измерений необходимо учесть при расчетах повышение сопротивления проводников из-за роста температуры в условиях протекания токов короткого замыкания в соответствии с требованиями раздела А.2.

Увеличение сопротивления проводников из-за роста температуры при протекании токов короткого замыкания должно удовлетворять следующему условию:

$$Z_s(m) \le \frac{2}{3}\frac{U_0}{I_a},$$

где $Z_S(m)$ — измеренное значение Z_S.

Если измеренное сопротивление контура короткого замыкания превышает $2U_0/3I_a$, уточнения должны быть проведены в соответствии МЭК 60364-6-61, пункт Е.612.6.3.

Приложение В
(справочное)

Опросный лист по электрооборудованию машин

Предполагается, что нижеприведенная информация будет представлена предполагаемым пользователем оборудования. Она позволит облегчить заключение соглашения между изготовителем и потребителем на базовых принципах и дополнительных требованиях потребителя по обеспечению правильного конструирования, использования и утилизации электрооборудования машины (см. 4.1).

Таблица В.1

Наименование изготовителя/поставщика				
Фамилия потребителя				
Номер предложения/заказа			Дата	
Тип машины			Серийный номер	
1 Специальные условия (см. раздел 1)				
a) Используется ли машина на открытом воздухе?	Да		Нет	
b) Машина будет использовать, обрабатывать или производить взрывчатый или огнеопасный материал?	Да/Нет		Если да, то необходим перечень	
c) Машина используется во взрывоопасной или огнеопасной среде?	Да/Нет		Если да, то необходим перечень	
d) Может ли машина представлять опасности при создании или потреблении определенных материалов?	Да/Нет		Если да, то необходим перечень	
e) Возможно ли использование машины в шахтах?	Да		Нет	
2 Электрическое оборудование и условие его эксплуатации (см. 4.3)				
a) Возможные колебания напряжения источника питания относительно его номинального значения (если превышают ± 10 %)				
b) Возможные изменения частоты (если превышают ± 2 %)	Постоянные		Кратковременые	
c) Укажите возможные в будущем изменения в электрооборудовании, которые требуют увеличения потребности в питании электроэнергией				
d) Укажите специфические нарушения напряжения питающей сети если оборудование работает в условиях, отличающихся от условий, указанных в разделе 4				
3 Окружающая среда и эксплуатационные режимы (см. 4.4)				
a) Электромагнитная обстановка (см. 4.4.2)	Жилые, торговые или помещения легкой промышленности		Промышленная среда	
Специальные условия или требования				
b) Диапазон температур окружающей среды				

Продолжение таблицы В.1

c) Диапазон влажности d) Высота над уровнем моря e) Окружающая среда (например, коррозийные среды, запыленность, влажность) f) Излучение g) Вибрация, удары h) Особые требования к установке и работе (например, огнестойкие кабели и провода) i) Транспортирование и хранение (например, температуры вне диапазона определяют в 4.5)				
4 Внутренние источники питания				
Определите для каждого источника питания:	Переменного тока		Постоянного тока	
a) номинальное напряжение, В	Число фаз		Частота	
Ожидаемый ток короткого замыкания в месте подключения питания к машине (кА действующего значения) (см. 2)				
b) Тип питающей сети и систем заземления (см. МЭК 60364-1)	TN (система с одной напрямую соединенной заземляющей точкой, с защитным проводом (PE) непосредственно связанным с этой точкой); точно определите, является ли заземляющая точка этой нейтральной точкой (центр звезды) или другая точка		TT (система с одной напрямую соединенной заземляющей точкой, но защитный провод (PE) машины не соединен с заземляющей точкой этой системы)	
	IT (система, которая не заземлена напрямую)			
c) Электрооборудование соединено с нейтральным (N) питающим проводом ? (см. 5.1)	Да		Нет	
d) Устройство отключения питания				
Необходимо изолировать нейтральный провод (N)?	Да		Нет	
Необходимо подвижное соединение для разъединяющего нейтрального провода (N)	Да		Нет	
Тип питания разъединяющего устройства				
5 Защита от поражения электрическим током (см. 6)				
a) Каким категориям персонала необходим доступ в опасные зоны внутри кожухов во время нормальной работы оборудования?	Квалифицированному персоналу		Предупрежденным лицам	
b) Необходимы замки со съемными ключами для запирания дверец и крышек? (см. 6.2.2)	Да		Нет	

Продолжение таблицы В.1

6 Ограждение электрооборудования (см. раздел 7)				
a) Пользователем или поставщиком обеспечивается защита проводов питания от сверхтоков? (см. 7.2.2)				
Тип и номинал устройства защиты от сверхтоков				
b) Наибольшая мощность, кВт, трехфазного двигателя переменного тока, который может быть запущен прямым включением				
c) Может быть уменьшено число устройств контроля перегрузки двигателей? (см. 7.3)	Да		Нет	
7 Работа				
Необходимо ли в системе беспроводного дистанционного управления устанавливать задержку времени перед автоматическим отключением машины при отсутствии разрешающего сигнала?				
8 Пульты управления и устройства управления, установленные на машине (см. раздел 10)				
Какие цвета предпочтительнее (для установки в тон окрашенной машины)	Пуск		Стоп	
	Другое			
9 Аппаратура управления				
Степень защиты оболочки (см. 11.3) или специальные условия				
10 Монтаж проводов (см. раздел 13)				
Имеется ли определенный метод распознавания, который используется для проводов (см. 13.2.1)?	Да		Нет	
Тип				
11 Приспособления и осветительная аппаратура (см. раздел 15)				
a) Необходима ли специальная конструкция розетки?	Да		Нет	
b) Должна ли быть в розетках дифференциальная токовая защита (УЗО)?	Да		Нет	
c) В каком месте машина оснащена местным освещением:	Максимально допустимое напряжение, В		Если напряжение цепи освещения не подается непосредственно от силовой цепи, какое напряжение предпочитаете?	
12 Маркировка, предупреждающие знаки и сигналы оповещения (см. раздел 16)				
a) Функциональная идентификация (см. 16.3)				
Задание:				
b) Надписи/ специальные маркировки	На электрооборудовании		На каком языке	
c) Сертификационный знак	Да		Нет	
Если да, то какой?				

Окончание таблицы В.1

13 Техническая документация (см. раздел 17)				
a) Техническая документация (17.1)	На каком носителе?		На каком языке	
b) Размер, расположение и назначение кабельных каналов, трасс или опорных конструкций, поставляемых пользователем (см. 17.4)				
c) Если существуют особые ограничения по размерам или массе, способные повлиять на транспортировку машины или узлов аппаратуры управления, укажите:	Максимальные размеры		Максимальная масса	
d) Надо ли снабжать машины специального исполнения сертификатом о типовых рабочих испытаниях под нагрузкой?	Да		Нет	
e) В других случаях необходимо ли приложить сертификат о типовых рабочих испытаниях, проводимых на идентичной машине под нагрузкой?	Да		Нет	

Приложение С
(справочное)

Примеры машин, на которые распространяется настоящий стандарт

В нижеприведенном перечне указаны примеры машин, требования к электрооборудованию которых изложены в настоящем стандарте. Этот перечень не является исчерпывающим, но он соответствует определению машин и механизмов (см. 3.35). Настоящий стандарт не распространяется на бытовые приборы и подобные устройства, которые входят в МЭК 60335 [26].

Машины для металлообработки:
- металлорежущие станки;
- кузнечно-прессовые машины

Машины для производства и обработки пластмасс и резины:
- машины для литья под давлением;
- экструзионные машины;
- термопластавтоматы;
- дробильные машины

Деревообрабатывающие машины:
- для обработки дерева;
- для прессования;
- распиловочные

Машины для сборки

Машины для загрузки материалов:
- роботы;
- конвейеры;
- перемещающиеся загрузочные машины;
- машины для автоматизированных складов

Машины для текстильного производства

Машины для производства пищевых продуктов:
- дробильные;
- смешивающие;
- для производства пирогов и тортов;
- для обработки мяса

Машины для печати, изготовления и обработки бумаги и картона:
- печатные;
- для финишной обработки, стопорезки, вальцовочные станки;
- для наматывания и продольной резки;
- для склеивания коробок;
- для производства бумаги и картона

Контрольно-измерительные машины:
- координатно-измерительные;
- машины для контроля размеров в ходе изготовления

Компрессоры

Упаковочные машины для:
- укладки/разборки штабелей паллет (поддонов);
- упаковки и запаивания в термопленку

Машины для прачечных

Машины для охлаждения и кондиционирования воздуха

Машины для обувной промышленности, а также для производства изделий из кожи и кожзаменителей:
- для резки и пробивки;
- для обработки невыделанных шкур, очистки, обработки толстых кож, отделки, зачистки;
- литейные обувные;
- отделочные

Грузоподъемные машины (МЭК 60204-32):
- краны;
- подъемники

Машины для транспортирования людей:
- эскалаторы;
- устройства с канатной тягой для транспортирования людей, например кресла-подъемники, лыжные подъемники;
- пассажирские лифты

Автоматически управляемые двери

Машины для аттракционов:
- американские горки;
- карусели

Насосы

Сельскохозяйственное оборудование и машины для лесного хозяйства

Нагревательное и вентиляционное оборудование

Машины для строительства и производства строительных материалов для:
- пробивки тоннелей;
- производства бетона;
- производства кирпича;
- обработки камня, керамики и производства стекла

Перемещаемое оборудование:
- деревообрабатывающее;
- металлообрабатывающее

Движущиеся машины:
- подъемные платформы;
- автопогрузчики;
- монтажное оборудование

Машины для горячей обработки металлов

Машины для кожевенного производства:
- многобарабанные;
- разрезные;
- гидрофицированные дубильные

Оборудование для шахт и карьеров

Приложение D
(справочное)

Допустимые нагрузки по току и защита проводов и кабелей от перегрузок в электрооборудовании машин

Целью настоящего приложения является предоставление дополнительной информации относительно выбора сечений проводников по таблице 6, когда условия эксплуатации изменены (см. примечание к таблице 6).

D.1 Общие рабочие условия

D.1.1 Температура окружающего воздуха

Допустимые максимальные токи нагрузки для изолированных ПВХ проводов в соответствии с таблицей 6 относятся к температуре окружающего воздуха 40 °С.

Корректирующие факторы для кабелей с резиновой изоляцией должен предоставлять изготовитель.

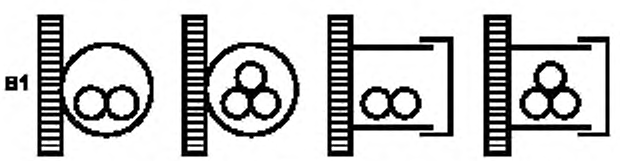
Таблица D.1 — Корректирующие факторы

Температура окружающей среды	Поправочный коэффициент
30	1,15
35	1,08
40	1,00
45	0,91
50	0,82
55	0,71
60	0,58
Примечание — Поправочный коэффициент — согласно МЭК 60364-5-52. Максимальная температура при нормальных условия для ПВХ 70 °С	

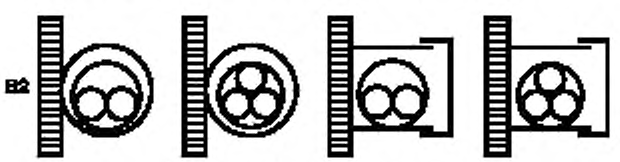
D.1.2 Способы разводки

В машинах следует использовать классические способы разводки проводов и кабелей между оболочками и отдельными элементами, показанные на рисунке D.1 (описание приведено в соответствии с МЭК 60364 -5-52):

- метод В1 — использование коробов (см. 3.7) и кабеленесущих каналов (см. 3.5) для поддержки проводов или одножильных кабелей;
- метод В2 — тот же, что и В1, но для многопроводных (многожильных) кабелей;
- метод С — для многопроводных кабелей, размещаемых на открытом воздухе, горизонтально или вертикально без зазора к стене;
- метод Е — для многопроводных кабелей, размещаемых на открытом воздухе, вертикально или горизонтально на открытых лотках (см. 3.4).



Проводов/одножильные кабели в трубопроводах и коробах



Кабели в трубопроводах и коробах

Рисунок D.1, лист 1 — Методы укладки проводов и кабелей независимо от числа проводов/кабелей

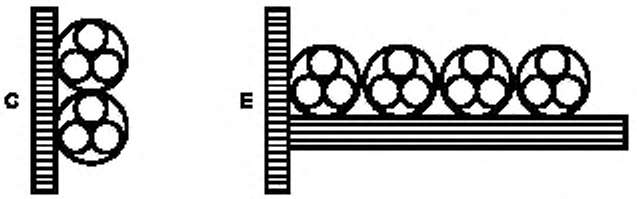


Рисунок D.1, лист 2

D.1.3 Группирование

Если наиболее нагруженные провода в кабеле или проводники группируются парами при установке, тогда данные по токам I_z, приведенные в таблице 6 или полученные от изготовителя, необходимо корректировать в соответствии с таблицами D.2 или D.3.

Примечание — Значения токов I_b < 30 % от I_z не следует корректировать.

Таблица D.2 — Поправочные коэффициенты для I_z при группировании

Способ установки (см. рисунок D.1, примечание 3)	Число нагруженных цепей/кабелей			
	2	4	6	9
B1 (цепи) и B2 (кабели)	0,80	0,65	0,57	0,50
C — одиночная прокладка кабелей рядом	0,85	0,75	0,72	0,70
E — одиночная прокладка на перфорированный кабельный лоток кабелей рядом	0,88	0,77	0,73	0,72
E — такая же прокладка, но от двух до трех кабельных лотков, с вертикальной разбивкой между каждым кабельным лотком от 300 мм (см. примечание 4)	0,86	0,76	0,71	0,66
Управление при использовании парного провода ≤ 0,5 мм² независимо от метода установки	0,76	0,57	0,48	0,40

Примечание 1 — Эти факторы применимы для:
- кабелей, равноценно нагруженных, с симметричной нагрузкой на провода /пары;
- группы цепей изолированных проводников или кабелей, имеющих одинаковую максимально допустимую рабочую температуру.

Примечание 2 — Некоторые значения применимы только к:
- группам из двух или трех одножильных кабелей;
- многопроводным (жильным) кабелям.

Примечание 3 — Коэффициенты взяты из МЭК 60364-5-52.

Примечание 4 — Перфорированные кабельные лотки – это лотки, отверстия в которых занимают больше 30 % основной площади (МЭК 60364-5-52).

Таблица D.3 — Поправочные коэффициенты I_z для многопроводных (жильных) кабелей сечением до 10 мм²

Число проводов или пар под нагрузкой	Провода (>1 мм²) (см. примечание 3)	Пары (от 0,25 до 0,75 мм²)
1	—	1,0
3	1,0	—
5	0,75	0,39
7	0,65	0,34

Окончание таблицы D.3

Число проводов или пар под нагрузкой	Провода (>1 мм^2) (см. примечание 3)	Пары (от 0,25 до 0,75 мм^2)
10	0,55	0,29
24	0,40	0,21
Примечание 1 — Применяются многопроводные кабели с равноценно нагруженными проводниками/парами. Примечание 2 — Для групп многопроводных кабелей, см. ограничение значений в таблице D.2. Примечание 3 — Коэффициенты взяты из МЭК 60364-5-52.		

D.1.4 Классификация проводников

Таблица D.4 — Классификация проводников

Класс	Описание	Использование/применение
1	Жесткий медный или алюминиевый проводник	Для стационарных установок
2	Витой медный или алюминиевый проводник	
5	Гибкий витой медный проводник	Для машинных установок с вибрацией; соединение с подвижными частями
6	Гибкий витой медный проводник,состоящий из многих очень тонких жил, более гибкий в сравнении с классом 5	Для частых движений
Примечание — Таблица взята из МЭК 60228 [5]		

D.2 Координация между проводниками и устройствами защиты по току перегрузки

На рисунке D.2 изображены взаимосвязи между параметрами проводников и параметрами защитных устройств, обеспечивающих их защиту по току перегрузки.

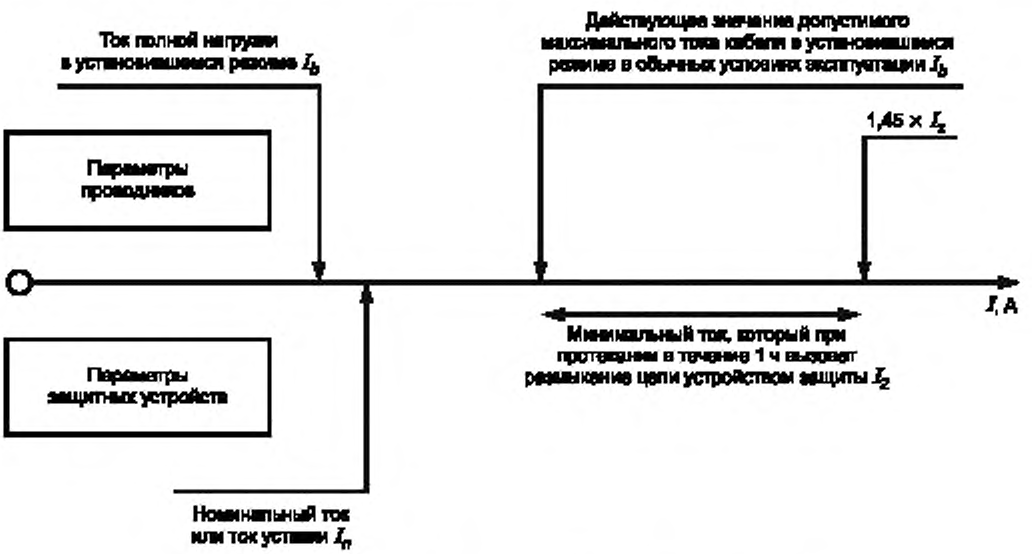


Рисунок D.2 — Параметры проводников и защитных устройств

Для обеспечения надежной защиты кабелей от перегрузки по току необходимо, чтобы рабочие характеристики устройств защиты удовлетворяли двум требованиям:

$$I_b \le I_n \le I;$$

$$I_2 \le 1{,}45I,$$

где I_b — расчетный ток полной нагрузки, по которому проектировались цепи;

I_z — действующее значение допустимого максимального тока нагрузки в *А* для кабелей в установившемся режиме работы при обычных условиях эксплуатации согласно таблице 6:

- влияние температуры, снижающее I_z, принимается по таблице D.1;
- влияние группирования, снижающее I_z, принимается по таблице D.2;
- влияние многопроводности в кабелях, снижающее I_z, принимается по таблице D.3.

I_n — номинальный ток устройства защиты.

Примечание 1 — Для регулируемых устройств защиты номинальный ток I_n является током уставки срабатывания;

I_2 — минимальное значение тока, при протекании которого обеспечено срабатывание устройства защиты за установленное время (например, в течение 1 ч для устройств защиты до 63 А).

Значения токов I_2, обеспечивающих эффективную работу устройств защиты, приводятся в стандарте на продукцию или могут быть предоставлены производителем.

Примечание 2 — Для проводников питания электродвигателей защита по перегрузке должна быть обеспечена устройствами защиты от перегрузки электродвигателей, в то время как защита от токов короткого замыкания обеспечивается устройствами защиты от токов короткого замыкания.

Если устройства комбинированной защиты по токам перегрузки и токам короткого замыкания используют в соответствии с этим разделом для защиты проводников от перегрузки по току и полная защита при перегрузке может быть не обеспечена (например по причине протекания токов перегрузки менее I_2), то, по-видимому, необходимо принимать решение из соображений экономичности. Следовательно, такие устройства не надо устанавливать там, где возможно протекание токов нагрузки менее I_2.

D.3 Защита проводников от токов короткого замыкания

Все проводники должны быть защищены от воздействия токов короткого замыкания (см. 7.2) устройствами защиты, которые включаются во все активные провода таким образом, чтобы ток короткого замыкания, протекающий по кабелю, был прерван прежде, чем проводник достигнет опасной температуры.

Примечание — Для нейтрального провода см. 7.2.3.

Таблица D.5 — Максимально допустимые температуры для проводов в нормальных условиях и при коротком замыкании

Тип изоляции	Максимальная температура в нормальных условиях °С	Максимальная кратковременная температура провода при коротком замыкании[a] °С
Поливинилхлорид (PVC)	70	160
Резина	60	200
Полиэтилен сетчатой структуры (XLPE)	90	250
Этиленпропиленовая резина (EPR)	90	250
Силиконовая резина (SiR)	180	350
Примечание — Для проводов с луженой жилой максимальные кратковременные температуры провода при коротком замыкании более 200 °С не допускаются. Большие температуры допустимы для проводников, которые покрыты серебром или никелем.		
[a] Указанные значения приняты для адиабатического процесса за период времени, не превышающий 5 с.		

На практике требование 7.2 соблюдено, если устройство защиты на ток I размыкает цепь за промежуток времени t, который ни в коем случае не превышает 5 с.

Значение времени t, с, вычисляют по формуле

$$t = (k \cdot S/I)^2,$$

где S — поперечное сечение, мм^2;

I — эффективный ток короткого замыкания, выражаемый для переменного тока действующим значением, А;

k — коэффициент, применяемый к медным проводам в зависимости от материала изоляции и равный для:

поливинилхлорида (PVC)	115
резины	141
полиэтилена (XLPE)	143
этиленпропиленовой резины (EPR)	143
селиконовой резины (SiR)	132

Использование плавких предохранителей с характеристиками gG и gM (МЭК 60269-1 [27]) и автоматических выключателей с характеристиками B и C в соответствии с МЭК 60898 гарантирует то, что температурные ограничения таблицы D.5 не будут превышены, если номинальные значения тока I_n выбираются в соответствии с таблицей 6 и $I_n \le I_z$.

Приложение E
(справочное)

Разъяснение функций управления в случае аварии

П р и м е ч а н и е — Понятие «аварийный» применяют как унифицированное определение. В настоящем стандарте применяют только два из них аварийный останов и аварийное отключение.

Аварийное управление

Аварийное управление включает в себя комбинации или по отдельности:

аварийный останов (стоп);

аварийный старт;

аварийное отключение;

аварийное включение.

Аварийный останов (стоп)

Аварийное управление остановом процесса или движения с целью устранения опасности.

Аварийный старт

Аварийное управление пуском процесса или движения или ухода от возникновения опасных условий.

Аварийное отключение

Отключение внешним выключателем питания энергией от всего или части оборудования в случае опасности поражения электрическим током или иного электрического воздействия.

Аварийное включение

Включение внешним выключателем питания электроэнергией части оборудования, чтобы иметь возможность использовать его в аварийных ситуациях.

Приложение F
(справочное)

Руководство по применению настоящего стандарта

F.1 Общее

В настоящем стандарте приводится большое число общих требований, которые могут или не могут быть применены в отношении отдельной машины. Поэтому простое, без квалифицированной оценки утверждение о соответствии оборудования всем требованиям настоящего стандарта является недостоверным. Прежде чем приступить к выполнению требований настоящего стандарта, его необходимо тщательно изучить. Техническими комитетами разрабатываются стандарты на отдельные виды продукции или на отдельные продукты (тип С в СЕН) и для конкретных производителей продукции. До выхода этих стандартов следует руководствоваться настоящим стандартом посредством:

a) установления соответствия и

b) выбора наиболее близких понятий к требованиям соответствующих разделов, и

c) изменения требований разделов, если необходимо там, где специфические требования на машину перекрываются другими стандартами, относящимися к данному вопросу.

В этом случае необходимо обеспечить правильный подбор модификаций и опций без снижения уровня защиты, необходимой для машины в соответствии с оценкой рисков.

При использовании всех трех вышеприведенных принципов рекомендуется:

- руководствоваться соответствующими разделами и пунктами настоящего стандарта:

1) если указано соответствие применяемой опции,

2) если требования могут быть конкретизированы для отдельной машины или оборудования;

- руководствоваться напрямую соответствующими стандартами, в которых требования к электрооборудованию аналогичны настоящему стандарту.

Во всех случаях экспертизой устанавливается:

- завершенность оценки рисков для машины;
- прочтение и понимание всех требований настоящего стандарта;
- правильность выбора варианта реализации требований настоящего стандарта при наличии альтернативы;
- понимание альтернативы или специфических требований, определяемых для машины или ее эксплуатации, при отсутствии или отличии от соответствующих требований настоящего стандарта;
- точность определения таких специфических требований.

Приведенная на рисунке 1 блок-схема типичной машины должна быть использована в качестве отправной точки при решении данной задачи. Это определяется пунктами и разделами, имеющими отношение к специфическим требованиям к оборудованию.

Настоящий стандарт является комплексным документом, и таблица F.1 призвана помочь в понимании применения требований настоящего стандарта к специальным машинам и установлении связей с другими стандартами по данной тематике.

Таблица F.1 — Выбор вариантов применения требований стандарта

Наименование раздела, пункта или подпункта	Номер раздела, пункта или подпункта	I)	II)	III)	IV)
Область применения	1		x		ИСО 12100 (все части) ИСО 14121 [28]
Общие требования	4	x	x	x	МЭК 60439
Электрооборудование, соответствующее требованиям МЭК 60439	4.2.2		x	x	
Устройство отключения питания (изолирующий распределитель)	5.3	x			
Цепи, на которые не распространяются общие правила по подключению к источнику питания	5.3.5	x		x	ИСО 12100 (все части)
Предотвращение непреднамеренных пусков, изоляция	5.4, 5.5, 5.6	x	x	x	ИСО 14118 [13]

Окончание таблицы F.1

Наименование раздела, пункта или подпункта	Номер раздела, пункта или подпункта	I)	II)	III)	IV)
Защита от поражения электрическим током	6	x			МЭК 60364-4-41
Аварийное управление	9.2.5.4	x		x	ИСО 13850
Двуручное управление	9.2.6.2	x	x		ИСО 13851 [14]
Дистанционное управление	9.2.7	x	x	x	
Функции управления в случае отказа	9.4	x	x	x	ИСО 14121 [28] ИСО 13849 (все части) МЭК 62061
Датчики положения	10.1.4	x	x	x	ИСО 14119 [29]
Цвета и маркировка операционного интерфейса	10.2, 10.3, 10.4	x	x		МЭК 60073 МЭК 61310 (все части)
Устройства аварийной остановки	10.7	x	x		ИСО 13850
Устройства аварийного отключения	10.8	x			
Аппаратура управления, защита от внешних воздействий	10.1.3, 11.3	x	x	x	МЭК 60529
Идентификация проводов	13.2		x		
Подтверждение соответствия (испытания и проверка)	18	x	x	x	
Дополнительные требования (опросный лист)	Приложение В		x	x	

«x» обозначены разделы, пункты и подпункты настоящего стандарта, которые могут быть применены при следующих условиях:

I) применение приведенных в разделе, пункте или подпункте материалов;

II) использование дополнительных специфических требований;

III) использование других требований;

IV) использование других стандартов, в которых требования к электрооборудованию аналогичны настоящему стандарту.

Приложение G
(справочное)

Сравнение типовых значений поперечных сечений проводников

Таблица G.1 иллюстрирует сравнение поперечных сечений проводников в Американском сортаменте проволоки (AWG) с квадратными миллиметрами, квадратными дюймами и круговыми милами.

Таблица G.1 — Сравнение размеров проводников

Номинальный размер, мм^2	Номер диаметра (AWG)	Площадь поперечного сечения		Сопротивление медного проводника при постоянном токе при 20 °С, Ом/км	Круговой мил
		мм^2	дюйм^2		
0,2		0,196	0,000304	91,82	387
	24	0,205	0,000317	87,80	404
0,3		0,288	0,000438	83,46	568
	22	0,324	0,000504	55,44	640
0,5		0,500	0,000775	36,70	987
	20	0,518	0,000802	34,45	1020
0,75		0,750	0,001162	24,80	1480
	18	0,823	0,001272	20,95	1620
1,0		1,000	0,001550	18,20	1973
	16	1,31	0,002028	13,19	2580
1,5		1,500	0,002325	12,20	2960
	14	2,08	0,003226	8,442	4110
2,5		2,500	0,003875	7,56	4934
	12	3,31	0,005129	5,315	6530
4		4,000	0,006200	4,700	7894
	10	5,26	0,008152	3,335	10380
6		6,000	0,009300	3,110	11841
	8	8,37	0,012967	2,093	16510
10		10,000	0,001550	1,840	19735
	6	13,3	0,020610	1,320	26240
16		16,000	0,024800	1,160	31576
	4	21,1	0,032780	0,8296	41740
25		25,000	0,038800	0,7340	49339
	2	33,6	0,052100	0,5211	66360
35		35,000	0,054200	0,5290	69075
	1	42,4	0,065700	0,4136	83690
50		47,000	0,072600	0,3910	92756

Сопротивление при температурах, отличных от 20 °С, вычисляют по формуле:

$$R = RI\,[1 + 0{,}00393(t - 20)],$$

где RI — сопротивление при 20 °С;
R — сопротивление при температуре t °С.

Приложение Н
(обязательное)

Сведения о соответствии национальных стандартов Российской Федерации ссылочным международным стандартам

Таблица Н.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
МЭК 60034-1	ГОСТ 28330 — 89 Машины электрические асинхронные мощностью от 1 до 400 кВт включительно. Общие технические требования
МЭК 60034-5	*
МЭК 60034-11	*
МЭК 60072-1	*
МЭК 60072-2	*
МЭК 60073:2002	ГОСТ 29149 — 91 Цвета световой сигнализации и кнопок
МЭК 60309-1:1999	ГОСТ 29146.1 — 91 Соединители электрические промышленного назначения. Часть 1. Общие требования
МЭК 60364-4-41:2001	ГОСТ Р 50571.3 — 94 (МЭК 60364-4-41 — 92) Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током
МЭК 60364-4-43:2001	ГОСТ Р 50571.5 — 95 (МЭК 60364-4-43 — 77) Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от сверхтока
МЭК 60364-5-52:2001	ГОСТ Р 50571.15 — 97 (МЭК 60364-5-52 — 93) Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Глава 52. Электропроводки
МЭК 60364-5-53:2002	*
МЭК 60364-5-54:2002	ГОСТ Р 50571.10 — 96 (МЭК 60364-5-54 — 80) Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Глава 54. Заземляющие устройства и защитные проводники
МЭК 60364-6-61:2001	ГОСТ Р 50571.16 — 99 Электроустановки зданий. Часть 6. Испытания. Глава 61. Приемо-сдаточные испытания
МЭК 60417-DB 2002	*
МЭК 60439-1:1999	ГОСТ Р 51321.1 — 2000 Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1.Устройства, испытанные полностью или частично. Общие технические требования и методы испытаний
МЭК 60446:1999	*
МЭК 60447:2004	ГОСТ Р МЭК 60447 — 2000 Интерфейс человекомашинный. Принципы приведения в действие
МЭК 60529:1999	ГОСТ 14254 — 96 (МЭК 529 — 89) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)
МЭК 60617-DB:2001	*
МЭК 60621-3:1979	*
МЭК 60664-1:1992	*
МЭК 60947-1:2004	ГОСТ Р 50030.1 — 2007 (МЭК 60947-1: 2004) Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие требования

Окончание таблицы Н.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
МЭК 60947-2:2003	ГОСТ Р 50030.2 — 99 (МЭК 60947-2 — 98) Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели
МЭК 60947-5-1:2003	ГОСТ Р 50030.5.1 — 2005 (МЭК 60947-5-1: 2003) Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Глава 1. Электромеханические аппараты для цепей управления
МЭК 60947-7-1:2002	ГОСТ Р 50030.7.1 — 2000 (МЭК 60947-7-1 — 89) Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 7. Электрооборудование вспомогательное. Раздел 1. Клеммные колодки для медных проводников
МЭК 61082-1:1991	*
МЭК 61082-2:1993	*
МЭК 61082-3:1993	*
МЭК 61082-4:1996	*
МЭК 61140:2001	ГОСТ Р МЭК 61140 — 2000 Защита от поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязи
МЭК 61310 – 2	ГОСТ 28690 — 90 Знак соответствия технических средств требованиям электромагнитной совместимости. Форма, размеры, технические требования
МЭК 61310 (все части за исключением части 2)	*
МЭК 61346 (все части)	*
МЭК 61557-3:1997	ГОСТ Р МЭК 61557-3 2006 Сети электрические распределительные низковольтные напряжением до 1000 В переменного 1500 В постоянного тока. Электробезопасность. Аппаратура для испытаний, измерения и контроля средств защиты. Часть 3. Полное сопротивление контура
МЭК 61558-1:1997	*
МЭК 61558-2-6	*
МЭК 61984:2001	*
МЭК 62023:2000	*
МЭК 62027:2000	*
МЭК 62061:2005	*
МЭК 62079:2001	*
ИСО 7000:2004	*
ИСО 12100-1:2003	*
ИСО 12100-2:2003	*
ИСО 13849-1:1999	*
ИСО 13849-2:2003	*
ИСО 13850:1996	*

*Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов

Библиография

[1] МЭК 60038:2002	Стандартные напряжения
[2] МЭК 60204-11:2000	Безопасность машин. Электрическое оборудование машин. Часть 11. Требования к высоковольтному оборудованию на напряжения свыше 1000 В переменного тока или 1500 В постоянного тока, но не свыше 36 кВ
[3] МЭК 60204-31:1996	Электрооборудование промышленных машин. Частные требования к швейным машинам, установкам и системам
[4] МЭК 60204-32:1998	Безопасность оборудования. Электрооборудование промышленных машин. Часть 32. Требования к грузоподъемным машинам
[5] МЭК 61000-6-1:1997	Совместимость технических средств электромагнитная. Часть 6. Общие требования. Секция 1. Устойчивость к электромагнитным помехам в жилой, коммерческой и среде легкой индустрии
[6] МЭК 61000-6-2:2005	Совместимость технических средств электромагнитная. Часть 6-2. Общие требования. Устойчивость к электромагнитным помехам в промышленных зонах
[7] СИСПР 61000-6-3:1996	Совместимость технических средств электромагнитная. Часть 6. Общие требования. Секция 3. Нормы эмиссии для жилых, коммерческих и среды легкой индустрии
[8] МЭК 61000-6-4:1997	Совместимость технических средств электромагнитная. Часть 6. Общие требования. Секция 4. Эмиссия помех в промышленных зонах
[9] МЭК 61000-5-2:1997	Электромагнитная совместимость. Часть 5. Монтаж и снижение помех в проводке. Раздел 2. Заземление и скрутка
[10] МЭК 61496-1:2004	Безопасность машин. Электрочувствительное защитное оборудование. Часть 1. Общие требования и испытания
[11] МЭК 61800-3:2004	Электроприводы регулируемые. Часть 3. Требования по электромагнитной совместимости и методы испытаний
[12] МЭК 60947-5-2:1997	Аппараты коммутационные и управления низковольтные. Часть 5-2. Устройства управления и переключатели. Выключатели конечные Дополнение 1 (1999) Дополнение 2 (2003)
[13] ИСО 14118:2000	Безопасность машин. Предотвращение непредусмотренного пуска
[14] ИСО 13851:2002	Безопасность машин. Средства управления обоими руками. Функциональные аспекты и принципы проектирования
[15] ИСО 14122 серия	Безопасность машин. Средства постоянного доступа к машине
[16] СЕНЕЛЕК HD 516 S2	Руководство по применению гармонизированных кабелей
[17] МЭК 60287(все части)	Кабели. Расчет номинальных токов нагрузок в условиях установившегося режима
[18] МЭК 60757:1983	Коды для обозначения цветов
[19] МЭК 60332 (все части)	Испытания на огнестойкость электрических и оптических кабелей
[20] МЭК 61084-1:1991	Кабельные проводящие и канализирующие системы для электрического монтажа. Часть 1. Основные требования
[21] МЭК 60364 (все части)	Электроустановки зданий
[22] МЭК 61557 (все части)	Безопасность в низковольтных системах электроснабжения напряжением до 1000 В переменного тока и до 1500 В постоянного тока. Оборудование для проведения испытаний, измерений и контроля исполнения защитных функций
[23] МЭК 60228:2004	Жилы токопроводящие изолированных кабелей
[24] МЭК 61200-53:1994	Устройства электрические. Часть 53. Выбор и монтаж электрооборудования. Аппаратура коммутационная и управления
[25] МЭК 61180-2:1994	Техника для проведения высоковольтных испытаний низковольтного электрооборудования. Часть 2. Испытательное оборудование
[26] МЭК 60335 (все части)	Бытовое и аналогичное ему применение электричества. Безопасность
[27] МЭК 60269-1:1998	Предохранители низковольтные. Часть 1. Общие требования
[28] ИСО 14121:1999	Безопасность машин. Принципы оценки риска
[29] ИСО 14119:1998	Безопасность машин. Блокировочные устройства для ограждений. Принципы конструкции и выбора

Алфавитный указатель терминов

В алфавитном указателе представлены термины, определения которых даны в разделе 3, а также указаны пункты, в которых использованы эти термины. Пункт, в котором дано определение термина, выделен полужирным шрифтом.

аппаратура управления	**3.10**, 4.2.2, 6.3.2.2, 9.2.5.4.3, 11.1, 11.2.1, 11.2.2, 11.3, 11.5, 16.4, приложение В
блокировка	**3.32,** 1, 6.2.2, 9.1.1, 9.2.5.3, 9.2.6.3, 9.3, 9.4.2.3, 11.2.2, 13.4.5, 17.2
действие плюсовое	**3.13**, 9.4.2.1, 10.1.4, 10.8.2
дефект	**3.26,** 3.23, 3.25, 3.29, 3.40, 3.52, 4.1, 6.3.2.2, 6.3.2.3, 6.3.3, 6.4.2, 7.1, 7.2.9, 7.7, 8.1, 8.2.1, 8.2.8, 9.2.5.1, 9.2.7.3, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 17.6, 18.2.2, 18.2.3, 18.6, A.1, A.2, A.4.1, A.4.2, A.4.3
заграждение	**3.38**, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.6, 9.2.5.4.3, 11.2.1
заземление функциональное	**3.27**, 4.4.2, 8.1, 8.3
защита	**3.50**, 3.32, 4.1, 17.2
зона электрическая рабочая	**3.15**, 5.5, 9.2.5.4, 11.3, 11.5
зона электрическая рабочая закрытая	**3.19**, 5.4, 5.6, 6.2.2, 8.2.4
канал	**3.14**, 7.2.8, 8.2.3, 12.3, 12.7.8, 13.1.3, 13.3, 13.4.1, 13.4.2, 13.5.1, 13.5.2, 17.4
лицо квалифицированное	**3.53**, 3.15, 3.19, 3.31, 5.5, 6.2.2, приложение В
лицо предупрежденное	**3.31**, 3.15, 3.19, 5.5, 6.2.2, приложение В
лоток для прокладки кабеля (или полка)	**3.4**, 13.4.2, 13.5.1, 17.4, приложение В
маркировка	**3.36,** 5.4, 5.5, 6.2.2, 9.4.3.1, 10.2.2, 11.2.1, 11.2.2, 13.1.1, 13.2.2, 16, приложение В
машина и механизм	**3.35**, 1, 3.8, 3.11, 3.20, 3.21, 3.26, 3.28, 3.30, 3.32, 3.34, 3.54, 3.56, 3.57, 4.1, 4.2.2, 4.4.1, 4.4.8, 4.6, 5.1, 5.2, 5.3.1, 5.3.4, 5.4, 5.5, 7.1, 7.2.1, 7.2.3, 7.3.1, 7.5, 7.8, 8.1, 8.2.1, 8.2.7, 9.1.1, 9.2.2, 9.2.3, 9.2.5.1, 9.2.5.2, 9.2.5.3, 9.2.5.4.1, 9.2.5.4.2, 9.2.5.4.2, 9.2.5.4.3, 9.2.5.5, 9.2.6.2, 6.2.6.3, 9.2.7.1, 9.2.7.2, 9.4.3.1, 10.1.1, 10.1.2, 10.1.3, 10.1.4, 10.1.5, 10.3.2, 10.6, 11.1, 11.2.1, 11.3, 11.4, 11.5, 12.2, 12.6.2, 12.7.1, 13.1.2, 13.4.3, 13.4.4, 13.5.6, 13.5.7, 13.5.8, 14.2, 14.4, 15.1, 15.2, 16.2.1, 16.3, 16.4, 17.1, 17.2, 17.4, 17.6, 18.1, 18.2.1, 18.2.2, 18.2.3, 18.3, 18.7, A.1, A.3, A.4.2, приложения В, С, D.1.2, F.1
механизм исполнительный	**3.34**, 3.11, 3.35, 3.56, 9.2.2, 9.2.5.4.2, 9.3.4, 14.6
обозначение условное буквенно-цифровое	**3.47**, 11.2.1, 16.5, 17.3, 17.9, приложение В
оболочка	**3.20**, 3.10, 4.4.2, 5.3.3, 6.2.2, 6.2.4, 7.2.8, 8.2.3, 8.2.5, 9.4.3.1, 10.8.1, 10.8.2, 11.2.1, 11.2.2, 11.3, 11.4, 11.5, 12.7.1, 12.7.6, 12.7.8, 13.3, 13.5.6, 14.2, 15.2.1, 15.2.2, 16.2.1, 16.4, 16.5, приложение В
оборудование	**3.21,** 1, 3.2, 3.5, 3.8, 3.10, 3.15, 3.16, 3.19, 3.20, 3.21, 3.23, 3.27, 3.42, 3.47, 3.51, 3.54, 3.57, 4.1, 4.2, 4.3.1, 4.3.4, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 4.4.6, 4.4.7, 4.4.8, 4.5, 4.6, 4.7, 5.1, 5.2, 5.3.1, 5.3.5, 5.4, 5.5, 6.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.4, 6.3.1, 6.3.2.1, 6.3.2.2, 6.4.1, 7.1, 7.2.2, 7.2.5, 7.7, 7.9, 8.1, 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.2.7, 8.2.8, 8.4, 9.2.5.4.1, 9.4.1, 10.3.2, 11.1, 11.2.1, 11.2.2, 11.3, 11.4, 11.5, 12.2, 12.3, 12.4, 13.3, 13.4.2, 13.4.5, 13.5.3, 14.1, 14.5, 15.2, 16.1, 16.2.1, 16.2.2, 16.3, 16.4, 17.1, 17.2, 17.3, 17.4, 17.6, 17.7, 17.9, 18.1, 18.2.2, 18.2.3, 18.3, 18.4, 18.6, 18.7, A.1, A.2, A.3, приложение В, D.1.2
оборудование электронное	**3.16**, 4.3.3, 4.4.2, 5.1, 9.4.2.3
ограждение	**3.3**, 3.15, 3.20, 3.21, 3.29, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.5, 11.2.1, 11.2.2, 12.7.1, 13.1.3, 13.4.3
опасность	**3.28,** 1, 3.20, 3.30, 3.49, 3.50, 3.53, 4.1, 5.4, 6.2.2, 6.2.4, 6.3.1, 6.3.2, 6.3.3, 7.3.1, 7.4, 7.5, 7.6, 7.8, 8.2.5, 9.2.3, 9.2.5.1, 9.2.5.3, 9.2.5.4.1, 9.2.5.4.2, 9.2.5.4.3, 9.2.5.5, 9.2.6.1, 9.2.6.4, 9.2.7.3, 9.2.7.5, 9.3.1, 9.3.2, 9.3.3, 9.3.4, 9.3.5, 9.4.1, 9.4.2.2, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 9.4.3.2, 9.4.3.3, 10.1.1, 10.1.2, 10.1.4, 10.2.1, 10.3.2, 12.1, 12.3, 13.1, 13.4.5, 16.2.1, 16.2.2, 17.2, 18.2.3, приложения В, Е
орган управления	**3.1**, 3.13, 9.2.5.4.1, 10.1.2, 10.2.2, 10.4, 10.6, 10.7.3, 10.8.2, 10.8.3, 10.9

остановка контролируемая	**3.11**, 9.2.2
остановка неконтролируемая	**3.56**, 9.2.2
отказ	**3.25**, 3.26, 3.44, 4.1, 6.3.2.2, 8.1, 8.2.5, 8.3, 9.3.4, 9.4.1, 9.4.2, 9.4.2.1, 9.4.2.2, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 9.4.3.2
площадка рабочая	**3.51**, 5.3.4, 10.1.2, 11.2.1
поставщик	**3.54**, 4.1, 4.2.1, 4.3.1, 4.4.1, 4.4.7, 4.4.8, 4.5, 4.7, 6.2.2, 7.2.2, 7.2.7, 7.2.10, 10.3.2, 11.2.2, 11.4, 12.3, 13.2.1, 16.1, 16.3, 16.4, 17.1, 17.3, 17.9, приложение В, F.1
потребитель	**3.57**, 1, 3.54, 4.1, 4.3.2, 4.4.1, 4.4.7, 4.4.8, 4.5, 7.2.2, 7.2.9, 7.3.2, 10.3.2, 13.2.1, 14.5, 16.3, 17.3, 17.4, 17.9, приложение В, F.1
прибор управления	**3.9**, 3.17, 3.18, 9.1.1, 9.2.4, 9.2.5.2, 9.2.6.1, 9.2.6.2, 9.2.6.3, 9.3.4, 9.4.2.1, 10.1.2, 10.1.3, 10.1.5, 10.5, 11.2.1, 11.2.2, 13.3, 16.3, 16.5, 17.6, приложение В
прикосновение прямое	**3.12**, 3.20, 3.38, 6.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.4, 9.2.5.4, 10.1.3, 12.7.1
прикосновение косвенное	**3.29**, 6.1, 6.3, 6.4, 8.1, 18.1, приложение А
провод защитный	**3.45**, 3.44, 5.1, 5.2, 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.2.6, 8.2.7, 8.2.8, 8.4, 12.7.2, 12.7.3, 12.7.4, 13.1.1, 13.1.2, 13.2.2, 13.2.4, 18.2.2, A.1, A.2, A.4.1, приложение В
провод нулевой	**3.37**, 3.33, 5.1, 5.3.3, 7.2.3, 7.3.2, 9.4.3.1, 12.7.2, 13.2.3, 13.2.4, D.3
разъем	**3.41**, 5.3.2, 5.3.3, 5.6, 8.2.4, 11.2.1, 13.1.2, 13.3, 13.4.5, 13.4.3, 18.2.3
резервирование	**3.46**, 9.4.1, 9.4.2.2
риск	**3.48**, 1, 3.31, 3.33, 3.43, 3.50, 3.53, 4.1, 4.2.2, 5.4, 9.2.4, 9.2.5.3, 9.2.5.4.1, 9.2.5.4.2, 9.2.6.2, 9.2.7.4, 9.4.1, 9.4.2, 11.4, 13.2.1, 13.4.2, 16.2.1, 16.2.2, A.1, приложение Е, F.1
сверхток	**3.39**, 3.40, 3.52, 6.3.3, 7.1, 7.2, 7.7, 8.2.4, 9.1.3, 9.4.3.1, 14.1, 14.6, 15.1, 15.2.2, 17.4, 18.2.2, A.1, A.2, приложение В, D.2, D.3
система кабеленесущая	**3.5**, 3.14, 13.1.3, 13.4.2, 13.5.1, 13.5.6
система электропитания индуктивная	**3.30**, 5.3.1, 5.5, 13.1.4
совпадающий	**3.6**, 9.2.5.2, 9.2.6.2
соединение защитное	**3.43**, 3.44, 3.45, 5.1, 6.3.3, 6.4.1, 7.2.4, 8.1, 8.2, 8.3, 9.1.1, 9.4.2.1, 9.4.3.1, 12.7.2, 12.7.8, 13.1.1, 13.4.5, 13.5.1, 15.1, 15.2.1, 18.1, 18.2.2, 18.2.3, 18.3, 18.4, A.1, A.3, A.4.2
соединение уравнительное	**3.22**, 3.27, 3.43, 8.1
температура окружающей среды	**3.2**, 12.1, 12.4, A.4.3, приложение В
ток короткого замыкания	**3.52**, 7.2.9, 12.7.8, приложение В, D.3
ток перегрузки	**3.40**, 7.1, 7.3.1, 7.3.2, 7.3.3, 9.2.5.5, 9.4.3.1, 14.1, 14.6, 15.1, приложение В, D.2
трубопровод	**3.7**, 3.14, 13.1.1, 13.1.3, 13.4.2, 13.4.3, 13.5.1, 13.5.3, 13.5.4, 13.5.5, 14.4, D.1.2
устройство аварийного останова	**3.17**, 9.2.4, 9.2.7.2, 10.7, 10.8.1
устройство аварийного отключения	**3.18**, 9.2.5.4.1, 9.2.5.4.3, 10.2.1, 10.8, 12.7.1
устройство коммутирующее	**3.55**, 3.10, 5.3.2, 5.3.3, 6.2.4, 7.2.10, 7.3.2, 8.2.4, 9.2.5.4.3, 9.4.2.1, 9.4.3.1, 13.4.4, 13.4.5
устройство предохранительное	**3.49**, 3.50, 4.1, 9.3.1, 17.2
цепь защиты	**3.44**, 5.1, 6.4.1, 7.2.4, 8.1, 8.2, 8.4, 9.1.1, 9.4.2.1, 9.4.3.1, 12.7.2, 13.1.1, 13.4.5, 13.5.1, 15.1, 15.2.1, 18.1, 18.2.2, 18.2.3, 18.3, 18.4, A.3, A.4.2
цепь силовая	**3.42**, 1, 3.35, 4.1, 7.2.3, 11.2.2, 12.2, 12.7.8, 13.2.4, 18.3, 18.4
цепь управления	**3.8**, 3.9, 3.42, 4.1, 5.3.5, 5.4, 7.2.4, 9.1.1, 9.1.2, 9.1.3, 9.3.5, 9.4.2.1, 9.4.2.2, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 9.4.3.3, 11.2.2, 12.2, 12.4, 12.7.8, 13.2.4, 13.4.5, D.1.3
часть токоведущая	**3.33**, 3.12, 6.2.2, 6.2.3, 6.2.4, 6.3.1, 6.3.2, 6.3.3, 6.4.1, 8.2.5, 8.2.8, 12.7.1, 13.4.5, 13.4.7, A.1
часть токопроводящая незащищенная	**3.23**, 3.30, 3.45, 6.3.1, 6.3.3, 7.2.3, 8.2.1, 8.2.3, 8.2.5,
часть токопроводящая сторонняя	**3.24**, 3.45, 8.2.1, A.3

УДК 621.3.002.5:658.382.3:006.354 ОКС 13.110 Г07 ОКП 34 3000

Ключевые слова: машины, безопасность, основные понятия, исполнение, принципы, безопасность машин, понятие, опасность, меры по обеспечению безопасности, выбор

Редактор *Р. Г. Говердовская*
Технический редактор *Н. С. Гришанова*
Корректор *С. И. Фирсова*
Компьютерная верстка *Т. Ф. Кузнецовой*

Сдано в набор 15.04.2008. Подписано в печать 01.07.2008. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 10,70 Уч.-изд. л. 8,69. Тираж 423 экз. Зак. 1035.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru
Набрано и отпечатано в Калужской типографии стандартов, 248021 Калуга, ул. Московская, 256.

Поправка к ГОСТ Р МЭК 60204-1—2007 Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Часть 1. Общие требования

В каком месте	Напечатано	Должно быть
Подраздел 18.3. Первый абзац	менее 1 мОм	менее 1 МОм

(ИУС № 12 2018 г.)