ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59931— 2021

КРАНЫ ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ

Требования к электрооборудованию

(IEC 60204-32:2008, NEQ)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «РАТТЕ» (АО «РАТТЕ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 289 «Краны грузоподъемные и машины непрерывного транспорта»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 декабря 2021 г. № 1704-ст

4 В настоящем стандарте учтены основные нормативные положения международного стандарта МЭК 60204-32(2008) «Электрооборудование промышленных машин. Безопасность. Часть 32. Требования к грузоподъемным механизмам» (IEC 60204-32(2008) «Safety of machinery. Electrical equipment of machines. Part 32: Requirements for hoisting machines, NEQ»)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© IEC, 2008
© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 5
4 Общие требования 8
4.1 Общие положения 8
4.2 Выбор оборудования 10
4.3 Требования к электропитанию 12
5 Подключение питания и устройств отключения питания (разъединителей) 13
5.1 Подключение питающих проводов 13
5.2 Клемма внешней защитной заземляющей системы 13
5.3 Устройства отключения и переключения питания 13
5.4 Устройства отключения питания для предотвращения непреднамеренного пуска 18
5.5 Устройства отключения электрооборудования 18
5.6 Защита против несанкционированных, непреднамеренных и/или ошибочных соединений 19
6 Защита от поражения электрическим током 19
6.1 Общие положения 19
6.2 Защита от прямого контакта 19
6.3 Защита от косвенного контакта 21
6.4 Защита путем использования системы безопасного сверхнизкого напряжения (БСНН) 22
7 Защита оборудования 22
7.1 Общие положения 22
7.2 Защита от сверхтоков 22
7.3 Защита двигателей от перегрева 24
7.4 Защита цепей от перегрева 25
7.5 Защита от прерывания или снижения напряжения питания и его последующего восстановления . 25
7.6 Защита двигателей от превышения частоты вращения 25
7.7 Защита с контролем токов утечки на землю 25
7.8 Защита от нарушения последовательности чередования фаз 26
7.9 Защита от перенапряжений, возникающих при коммутационных скачках 26
8 Эквипотенциальные соединения 26
8.1 Общие положения 26
8.2 Цепь защиты 26
8.3 Функциональное заземление 29
8.4 Меры по ограничению эффектов от высоких значений токов утечки 29
9 Цепи и функции управления 29
9.1 Цепи управления 29
9.2 Функции управления 30
9.3 Защита взаимной блокировкой 34
9.4 Функции управления при наступлении отказа 35
10 Пульты управления и устройства управления, установленные на кране 38
10.1 Общие требования к устройству управления 38
10.2 Размещение и монтаж 38
10.3 Защита от внешних воздействий 38
10.4 Переносные и подвесные пульты управления 38
10.5 Кнопочные выключатели 38
10.6 Световые индикаторы и сигнальные дисплеи 40
10.7 Цвета 40
10.11 Устройства аварийной остановки 41
10.12 Устройства аварийного отключения 41
11 Аппараты управления. Размещение, монтаж и защитные оболочки 42
11.1 Общие требования 42
11.2 Размещение и монтаж 42
11.3 Степени защиты 43
11.4 Оболочки, дверцы и отверстия 43

11.5 Доступ к аппаратуре распределения и управления 44
12 Провода и кабели 45
12.1 Общие требования 45
12.2 Провода 45
12.3 Изоляция проводов 46
12.4 Максимально допустимый ток при нормальной работе 47
12.5 Падение напряжения 47
12.6 Гибкие кабели 48
12.7 Токопроводящие жилы, токопроводящие шины и контактные кольца 49
13 Монтаж электропроводки 52
13.1 Присоединение и прокладка проводов 52
13.2 Идентификация проводов 53
13.3 Монтаж электропроводки внутри оболочек 54
13.4 Монтаж электропроводки вне оболочки 54
13.5 Каналы, соединительные и другие коробки 56
14 Электродвигатели и сопутствующее оборудование 57
14.1 Общие требования 57
14.2 Корпуса и размеры двигателей 58
14.3 Монтаж двигателя 58
14.4 Критерии выбора двигателя 58
14.5 Защитные устройства для механического торможения 58
14.6 Механическое торможение 58
15 Вспомогательное оборудование и освещение 59
15.1 Местное освещение крана и оборудования 59
15.2 Электропитание 59
16 Сигналы оповещения, маркировочные знаки и условные обозначения 60
16.1 Общие положения 60
16.2 Предупреждающие знаки 60
16.3 Функциональная идентификация 60
16.4 Маркировка оборудования 60
16.5 Условные обозначения 61
17 Техническая документация 61
17.1 Общие положения 61
17.2 Предоставляемые данные 61
17.3 Требования к техническим документам 62
17.4 Документация по монтажу оборудования 62
17.5 Монтажные и функциональные схемы 62
17.6 Принципиальные электросхемы 63
17.7 Руководство по эксплуатации 63
17.8 Руководство по обслуживанию 63
17.9 Перечень элементов 63
18 Проверки 64
18.1 Общие положения 64
18.2 Проверка условий по защите автоматическим отключением от сети питания 64
18.3 Проверка сопротивления изоляции 66
18.4 Проверка напряжением 66
18.5 Защита от остаточных напряжений 67
18.6 Функциональные испытания 67
18.7 Повторные проверки и испытания 67
Приложение А (справочное) Опросный лист по электрооборудованию кранов. 68
Приложение Б (обязательное) Защита от косвенного контакта в *TN*-системе питания 71
Приложение В (справочное) Допустимые нагрузки по току и защита проводов и кабелей от перегрузок в электрооборудовании кранов... 74
Приложение Г (справочное) Разъяснение функций управления в случае аварии 79
Приложение Д (справочное) Выбор проводника для повторно-кратковременного режима 80
Библиография 83

Введение

Настоящий стандарт устанавливает общие требования безопасности к электрооборудованию грузоподъемных кранов на стадиях проектирования и изготовления. Положения настоящего стандарта должны быть также реализованы при реконструкции и модернизации указанных машин.

Применение положений настоящего стандарта на добровольной основе может быть использовано при подтверждении и оценке соответствия грузоподъемных кранов требованиям Технических регламентов Таможенного союза ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования» и ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования».

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КРАНЫ ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ

Требования к электрооборудованию

Cranes. Requirements for electrical equipment

Дата введения — 2022—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к обеспечению безопасности электрического и электронного оборудования грузоподъемных кранов (далее — краны, если не требуется уточнение) по классификации ГОСТ 33709.1 и дополняет и уточняет требования ГОСТ Р МЭК 60204-1 применительно к этим машинам.

Требования настоящего стандарта распространяются на все электрооборудование крана, начиная с точки подключения к источнику электропитания, а также на системы электропитания, расположенные вне крана, например гибкие кабели, токопроводы или шины. Требования настоящего стандарта распространяются также на группы кранов, работающих совместно в согласованном режиме.

Требования настоящего стандарта применяются к оборудованию (или частям оборудования), работающему от сети переменного тока с номинальным напряжением питания не более 1000 В между фазами, а также работающему от сети постоянного тока с номинальным напряжением питания не более 1500 В.

Дополнительные или особые требования могут быть установлены для электрооборудования кранов, предназначенных:

- для эксплуатации в особых условиях окружающей среды (например, высокие или низкие температуры, повышенная влажность, радиоактивность и т. п.);
- транспортирования потенциально взрывоопасных веществ;
- использования во взрывоопасных и/или огнеопасных средах;
- для использования в шахтах.

Требования настоящего стандарта необходимо применять совместно с обязательными требованиями, установленными [1] для электрооборудования кранов, и стандартами на конкретные типы кранов. При этом предпочтение следует отдавать документу, требования которого носят более жесткий характер.

К электрооборудованию кранов, работающих от сети переменного тока с номинальным напряжением питания свыше 1000 В, в дополнение к требованиям настоящего стандарта применяют требования 5.4.60—5.4.69 [1].

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

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

ГОСТ 12.4.026 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ 14254—2015 (IEC 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)

Издание официальное

ГОСТ 18709 Машины электрические вращающиеся средние. Установочно-присоединительные размеры

ГОСТ 20839 Машины электрические вращающиеся с высотой оси вращения от 450 до 1000 мм. Установочно-присоединительные размеры

ГОСТ 22483 (IEC 60228:2004) Жилы токопроводящие для кабелей, проводов и шнуров

ГОСТ 28213-89 (МЭК 68-2-27-87) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Еа и руководство: Одиночный удар

ГОСТ 28218-89 (МЭК 68-2-32-75) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Ed: Свободное падение

ГОСТ 28249 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ

ГОСТ 29322 Напряжения стандартные

ГОСТ 30331.1—2013 (IEC 60364-1:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения

ГОСТ 30804.6.1 (IEC 61000-6-1:2005) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением. Требования и методы испытаний

ГОСТ 30804.6.2 (IEC 61000-6-2:2005) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний

ГОСТ 30851.1 Соединители электрические бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ 31606 Машины электрические вращающиеся. Двигатели асинхронные мощностью от 0,12 до 400 кВт включительно. Общие технические требования

ГОСТ 32575.1 Краны грузоподъемные. Ограничители и указатели. Часть 1. Общие положения

ГОСТ 32575.2 Краны грузоподъемные. Ограничители и указатели. Часть 2. Краны стреловые самоходные

ГОСТ 32575.3 Краны грузоподъемные. Ограничители и указатели. Часть 3. Краны башенные

ГОСТ 32575.4 Краны грузоподъемные. Ограничители и указатели. Часть 4. Краны стреловые

ГОСТ 32575.5 Краны грузоподъемные. Ограничители и указатели. Часть 5. Краны мостовые и козловые

ГОСТ 32576.1 Краны грузоподъемные. Средства доступа, ограждения и защиты. Часть 1. Общие положения

ГОСТ 32576.2 Краны грузоподъемные. Средства доступа, ограждения и защиты. Часть 2. Краны стреловые самоходные

ГОСТ 32576.3 Краны грузоподъемные. Средства доступа, ограждения и защиты. Часть 3. Краны башенные

ГОСТ 32576.4 Краны грузоподъемные. Средства доступа, ограждения и защиты. Часть 4. Краны стреловые

ГОСТ 32576.5 Краны грузоподъемные. Средства доступа, ограждения и защиты. Часть 5. Краны мостовые и козловые

ГОСТ 33709.1 Краны грузоподъемные. Словарь. Часть 1. Общие положения

ГОСТ 33542—2015 (IEC 60445:2010) Основополагающие принципы и принципы безопасности для интерфейса «человек-машина», выполнение и идентификация. Идентификация выводов электрооборудования, концов проводников и проводников

ГОСТ 34465.1 Краны грузоподъемные. Органы управления. Расположение и характеристики. Часть 1. Общие положения

ГОСТ 34465.2 Краны грузоподъемные. Органы управления. Расположение и характеристики. Часть 2. Краны стреловые самоходные

ГОСТ 34465.3 Краны грузоподъемные. Органы управления. Расположение и характеристики. Часть 3. Краны башенные

ГОСТ 34465.4 Краны грузоподъемные. Органы управления. Расположение и характеристики. Часть 4. Краны стреловые

ГОСТ 34588 Краны грузоподъемные. Предупреждающие знаки и пиктограммы. Общие принципы

ГОСТ ИСО 7752-5 Краны мостовые и козловые. Органы управления. Расположение и характеристики

ГОСТ ИСО 13851 Двуручные устройства управления. Функциональные аспекты и принципы конструирования

ГОСТ Р 2.601 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы

ГОСТ Р 50020.3 (МЭК 621-3-79) Электроустановки для открытых площадок при тяжелых условиях эксплуатации (включая открытые горные разработки и карьеры). Часть 3. Общие требования к электрооборудованию и вспомогательной аппаратуре

ГОСТ Р 50571.3—2009 (МЭК 60364-4-41:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 4-41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током

ГОСТ Р 50571.4.42—2017 (МЭК 60364-4-42:2014) Электроустановки низковольтные. Часть 4-42. Защита для обеспечения безопасности. Защита от тепловых воздействий

ГОСТ Р 50571.4.43—2012/МЭК 60364-4-43:2008 Электроустановки низковольтные. Часть 4-43. Требования по обеспечению безопасности. Защита от сверхтока

ГОСТ Р 50571.5.52—2011/МЭК 60364-5-52:2009 Электроустановки низковольтные. Часть 5-52. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки

ГОСТ Р 50571.5.53—2013/МЭК 60364-5-53:2002 Электроустановки низковольтные. Часть 5-53. Выбор и монтаж электрооборудования. Отделение, коммутация и управление

ГОСТ Р 50571.5.54—2011/МЭК 60364-5-54:2002 Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и проводники уравнивания потенциалов

ГОСТ Р 50571.16—2019/МЭК 60364-6:2016 Электроустановки низковольтные. Часть 6. Испытания

ГОСТ Р 51321.1—2007 (МЭК 60439-1:2004) Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Устройства, испытанные полностью или частично. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51334 Безопасность машин. Безопасные расстояния для предохранения верхних конечностей от попадания в опасную зону

ГОСТ Р 51336 Безопасность машин. Установки аварийного выключения. Принципы проектирования

ГОСТ Р 51343 Безопасность машин. Предотвращение неожиданного пуска

ГОСТ Р 55743—2013/ISO/TR 23849:2010 Руководство по применению ИСО 13849-1 и МЭК 62061 при проектировании систем управления оборудованием, связанных с безопасностью

ГОСТ Р 58698—2019 (МЭК 61140:2016) Защита от поражения электрическим током. Общие положения для установок и оборудования

ГОСТ Р 58908.1—2020/МЭК 81346-1:2009 Промышленные системы, установки, оборудование и промышленная продукция. Принципы структурирования и коды. Часть 1. Основные правила

ГОСТ Р МЭК 870-5-1 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 1. Форматы передаваемых кадров

ГОСТ Р МЭК 60050-195 Заземление и защита от поражения электрическим током. Термины и определения

ГОСТ Р МЭК 60050-826—2009 Установки электрические. Термины и определения

ГОСТ Р МЭК 60204-1—2007 Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р МЭК 60617-DB-12M-2015 Графические символы для схем (в формате базы данных)

ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012 Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 1. Принципы, требования и испытания

ГОСТ Р МЭК 61084-1 Системы кабельных и специальных кабельных коробов для электрических установок. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р МЭК 61557-1 Сети электрические распределительные низковольтные напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Электробезопасность. Аппаратура для испытания, измерения или контроля средств защиты. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р МЭК 61800-5-2 Системы силовых электроприводов с регулируемой скоростью. Часть 5-2. Требования функциональной безопасности

ГОСТ Р МЭК 62023 Структурирование технической информации и документации

ГОСТ Р МЭК 62061 Безопасность оборудования. Функциональная безопасность систем управления электрических, электронных и программируемых электронных, связанных с безопасностью

ГОСТ Р МЭК 62305-1 Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы

ГОСТ Р МЭК 62305-2 Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 2. Оценка риска

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

ГОСТ IEC 60034-5 Машины электрические вращающиеся. Часть 5. Классификация степеней защиты, обеспечиваемых оболочками вращающихся электрических машин (Код IP)

ГОСТ IEC 60050-441 Международный электротехнический словарь. Часть 441. Аппаратура коммутационная, аппаратура управления и плавкие предохранители

ГОСТ IEC 60050-442 Международный электротехнический словарь. Часть 442. Электрические аксессуары

ГОСТ IEC 60269-1 Предохранители плавкие низковольтные. Часть 1. Общие требования

ГОСТ IEC 60309-1 Вилки, штепсельные розетки и соединительные устройства промышленного назначения. Часть 1. Общие требования

ГОСТ IEC 60447 Интерфейс «человек-машина». Основные принципы безопасности, маркировка и идентификация. Принципы включения

ГОСТ IEC 60691 Вставки плавкие. Требования и руководство по применению

ГОСТ IEC 60884-1 Соединители электрические штепсельные бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ IEC 60898-1 Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Автоматические выключатели для переменного тока

ГОСТ IEC 60898-2 Выключатели автоматические для защиты от сверхтоков электроустановок бытового и аналогичного назначения. Часть 2. Выключатели автоматические для переменного и постоянного тока

ГОСТ IEC 60947-1—2017 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие правила

ГОСТ IEC 60947-2 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели

ГОСТ IEC 60947-3 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 3. Выключатели, разъединители, выключатели-разъединители и комбинации их с предохранителями

ГОСТ IEC 60947-5-1—2014 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-1. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления

ГОСТ IEC 61000-6-3 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-3. Общие стандарты. Стандарт электромагнитной эмиссии для жилых, коммерческих и легких промышленных обстановок

ГОСТ IEC 61000-6-4 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-4. Общие стандарты. Стандарт электромагнитной эмиссии для промышленных обстановок

ГОСТ IEC 61082-1—2014 Документы, используемые в электротехнике. Подготовка. Часть 1. Правила

ГОСТ IEC 61557-2 Сети электрические распределительные низковольтные напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Электробезопасность. Аппаратура для испытаний, измерений или контроля средств защиты. Часть 2. Сопротивление изоляции

ГОСТ IEC 61557-3 Сети электрические распределительные низковольтные напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Электробезопасность. Аппаратура для испытания, измерения или контроля средств защиты. Часть 3. Полное сопротивление контура

ГОСТ IEC 61557-4 Сети электрические распределительные низковольтные напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Электробезопасность. Аппаратура для испытаний, измерений или контроля средств защиты. Часть 4. Сопротивление заземления и эквипотенциального соединения

ГОСТ IEC 61557-5 Сети электрические распределительные низковольтные напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Электробезопасность. Аппаратура для испытаний, измерений или контроля средств защиты. Часть 5. Сопротивление заземлителя относительно земли

ГОСТ IEC 61557-6 Сети электрические распределительные низковольтные напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Электробезопасность. Аппаратура для испытаний, измерений или контроля средств защиты. Часть 6. Устройства защитные, управляемые дифференциальным током, в TT и TN системах

ГОСТ IEC 61557-7 Сети электрические распределительные низковольтные напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Электробезопасность. Аппаратура для испытаний, измерений или контроля средств защиты. Часть 7. Порядок следования фаз

ГОСТ IEC 61984 Соединители. Требования безопасности и испытания

ГОСТ IEC 82079-1 Подготовка инструкций по применению. Построение, содержание и представление материала. Часть 1. Общие принципы и подробные требования

ГОСТ ISO 12100 Безопасность машин. Основные принципы конструирования. Оценки риска и снижения риска

ГОСТ ISO 13849-1 Безопасность машин. Элементы систем управления, связанные с безопасностью. Часть 1. Общие принципы конструирования

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт , на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 12.1.009, ГОСТ ISO 12100, ГОСТ 33709.1, ГОСТ Р 50020.3, ГОСТ Р МЭК 60050-195, ГОСТ Р МЭК 60050-826, ГОСТ IEC 60050-441, ГОСТ IEC 60050-442, ГОСТ IEC 60947-5-1, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **силовой привод (орган управления):** Часть механизма устройства управления, на которую оказывается воздействие вручную.

Примечание — Силовой привод может иметь форму ручки, рукоятки, кнопки, ролика, плунжера и т. д., при этом некоторые силовые приводы не требуют внешнего силового воздействия, а только какого-либо действия.

3.2 **защитное ограждение:** Физическое препятствие, обеспечивающее защиту от прямых контактов при приближении к электроустановкам с опасным напряжением.

3.3 **лоток для прокладки кабеля (кабельный лоток):** опорная конструкция в виде сплошного основания с отбортовками и без покрытия.

Примечание — Кабельный лоток может быть сплошным металлическим, перфорированным (пробит отверстиями), лестничным или проволочным (иметь стальную сетку). Для укладки кабеля питания крана, передвигающегося по наземному рельсовому пути, применяют железобетонные или деревянные лотки.

3.4 **кабель-несущая система:** Система закрытых оболочек, допускающая размещение изолированных проводников на базе подвижных поверхностей и предназначенная для полной защиты изолированных проводников, кабелей, шнуров, а также для размещения другого электрооборудования.

3.5 **рукав (кабелепровод):** Закрытый элемент кабельной конструкции круглого или иного сечения для прокладки изолированных проводников и/или кабелей в электрических установках, позволяющий производить их выемку и/или замену.

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

3.6 **цепь управления крана:** Электрическая цепь, используемая для управления краном, в том числе, мониторинга работы электрического оборудования и крана в целом.

3.7 **устройство управления:** Устройство, включенное в цепь управления и используемое для управления работой крана (например, датчик положения, ручной выключатель, реле, контактор, электромагнитный клапан).

3.8 **контролируемая остановка:** Остановка движения крана управляющим устройством при сохранении его питания от источников электроэнергии в процессе остановки.

3.9 **неконтролируемая остановка:** Остановка движения крана при отключении подачи электропитания к исполнительным механизмам.

Примечание — Это определение не подразумевает какого-либо конкретного состояния других остановочных устройств, например, тормозов.

3.10 **разъединитель:** Управляемое вручную отключающее устройство, установленное на кране, предназначенное для отключения (разъединения) цепи питания (например, для ремонтных работ или техобслуживания).

3.11 **переключатель питания:** Устройство отключения (разъединения), используемое для переключения крана или его механизма с одного источника питания на другой.

3.12 **выключатель крана:** Устройство отключения, предназначенное для прерывания подачи электропитания к подключенным приводам (например, для использования в случаях аварийной остановки).

3.13 **устройство отключения:** Устройство, поддерживающее в разъединенном положении изоляционное расстояние между контактами электрической цепи.

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

Примечание — Рукава, кабель-несущие системы, короба под полом и трубопроводы являются модификациями каналов.

3.15 **электрическая рабочая зона:** Помещение или ограниченная зона для размещения электрооборудования, оборудованная специальными предупреждающими знаками, доступ к которой возможен для квалифицированных или подготовленных лиц путем открытия двери или снятия ограждения без использования ключа или специнструмента.

3.16 **электронное оборудование:** Часть электрического оборудования, включая цепи, работа которых основана на электронных устройствах и компонентах.

3.17 **устройство аварийной остановки:** Управляемое вручную устройство управления, применимое для введения функции аварийной остановки.

3.18 **устройство аварийного отключения питания:** Устройство ручного управления, используемое для отключения подачи электрической энергии ко всей установке или ее части, в которых имеется риск поражения электрическим током или другая опасность.

3.19 **закрытая электрическая рабочая зона:** Помещение или ограниченная зона для размещения электрооборудования, оборудованная специальными предупреждающими знаками, доступ к которой возможен для квалифицированных или подготовленных лиц путем открытия двери или снятия ограждения с помощью ключа или специального инструмента.

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

Примечание — 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.

3.21 **оборудование:** Аппараты, приспособления, устройства, компоненты, приборы, клеммы, инструменты и другие принадлежности, используемые в качестве частей электрического оборудования кранов или в соединении с ними.

3.22 **отказ:** Нарушение работоспособности крана, его механизмов или электрооборудования, приводящее к неспособности выполнять требуемую функцию.

Примечание — Данное определение не применимо к программному обеспечению.

3.23 **неисправность:** Состояние крана, его механизмов или электрооборудования, приводящее к неспособности правильно выполнять требуемую функцию.

Примечание — В это понятие не входит неработоспособность, вызванная профилактическим обслуживанием или другими заранее предусмотренными действиями.

3.24 **функциональное [эквипотенциальное] заземление:** Система электрического соединения частей крана с землей с помощью заземляющих устройств в целях, отличных от целей электрической безопасности, необходимая для того, чтобы электрическое оборудование крана функционировало должным образом.

3.25 **ручное устройство с прямым управлением:** Устройство с ручным управлением, обеспечивающее непосредственное подключение объекта управления (двигателя) к цепи питания или изменение конфигурации этого подключения.

3.26 **троллейная система электропитания:** Система передачи электроэнергии с помощью троллейных шинопроводов, состоящая из мобильного скользящего токоприемника (токосъемного устройства) для отбора мощности к электроприемникам крана и проводящего внешнего токоподвода (шины, троллея) с поддерживающими его конструктивными элементами, вдоль которого происходит движение крана.

Примечание — Токоприемник любого типа состоит из токоснимающей детали (башмака), закрепленной на кронштейне и изолированной от металлической конструкции крана, к которой крепится токоприемник.

3.27 **защитная блокировка:** Устройство, которое связывает ограждение(я) или устройство(а) с системой управления и/или отключает полностью или частично подачу электропитания к крану.

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

3.29 **барьер:** Элемент, препятствующий случайному прямому контакту человека с электрическими частями крана, но не мешающий прямому контакту при целенаправленном действии.

3.30 **перегрузка цепи:** Режим работы электрической сети, при котором проходящий ток превышает допустимую (расчетную) величину, когда сеть находится в исправном состоянии.

Примечание — Не следует использовать термин «перегрузка» как синоним сверхтока или тока короткого замыкания.

3.31 **разъем:** Компонент и подходящий сопряженный элемент (например, вилка-розетка), обеспечивающие соединение и разъединение двух или более проводников.

Примечание — Примерами разъемов могут служить комбинации соединителей, соответствующих требованиям ГОСТ IEC 61984, приборные соединители, кабельные гнезда и бытовые соединители в соответствии с ГОСТ IEC 60309-1, приборные соединители в соответствии с ГОСТ IEC 60884-1 или бытовые соединители по ГОСТ 30851.1.

3.32 **силовая цепь:** Цепь, передающая энергию от сети к элементам оборудования крана, используемым непосредственно для выполнения рабочих операций.

3.33 **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.

3.34 **цепь защиты:** Преднамеренное соединение корпуса электроустановок крана с заземляющим устройством с целью защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током (обеспечения электрической безопасности).

Примечание — У рельсовых кранов заземляется также крановый путь. Стреловые краны с электроприводом должны быть заземлены в случае подключения к внешней электрической сети. Меры по защите от поражения электрическим током могут также снизить риск возникновения пожара.

3.35 **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 другое обеспечивало продолжение выполнения этой функции.

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

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

3.38 **функция управления, связанная с безопасностью:** Функция (цепь управления) крана, которая оценивает входную информацию или сигналы и формирует выходную информацию или действия, предназначенная для поддержания безопасного состояния крана или для предотвращения увеличения риска(ов).

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

3.40 **поставщик:** Субъект (например, предприятие-изготовитель, монтажная организация, установщик, сборщик), который поставляет оборудование или услуги, связанные с краном.

Примечание — Организация пользователя может также действовать как поставщик для себя самой.

3.41 **клемма (зажим):** Приспособление для обеспечения соединения электрических проводников между собой или с другими устройствам за счет усилия прижатия, обеспечивающее многократное подключение.

3.42 **троллеи:** Жесткий шинопровод, предназначенный для питания передвижных электроприемников.

3.43 **главные троллеи:** Троллеи, расположенные вне крана.

3.44 **троллеи крана:** Троллеи, расположенные на кране.

3.45 **дистанционное беспроводное управление:** Система, передающая команды управления между системой управления краном и пультом оператора, например, в радио- или инфракрасном диапазоне.

Примечание — Пульт беспроводного управления оператора обычно называют передатчиком, а часть, расположенную на кране, называют приемником. Приемник создает интерфейс с системой управления краном.

3.46 **поставщик:** Любое юридическое или физическое лицо (например, предприятие-изготовитель, монтажная организация, сервисный инженер, наладчик), которое поставляет оборудование (товары) или услуги, связанные с краном.

Примечание — Эксплуатирующая кран организация может также действовать как поставщик для себя самой.

4 Общие требования

4.1 Общие положения

4.1.1 Риски, связанные с опасностями при обращении с электрооборудованием, являются элементом общих рисков для кранов. Учет этих рисков позволяет устанавливать допустимый уровень риска и необходимых мер безопасности при эксплуатации крана и применяемого совместно с ним оборудования.

4.1.2 Опасные ситуации, связанные с электрооборудованием, могут возникать в результате:

- отказов или неисправностей электрооборудования, ведущих к возможности поражения электрическим током или возгорания от электрической искры;
- отказов или неисправностей в цепях управления, которые приводят к нарушению нормальной работы крана;
- помех или прерывания питания от внешних источников электроэнергии, а также отказов или неисправностей цепей электрического оборудования в результате нарушения нормальной работы крана;
- потери проводимости в цепях, имеющих скользящие контакты;
- электрических помех (например, электромагнитных, электростатических, радиопомех от внутренних и внешних источников, приводящих к неправильной работе крана);
- высвобождения накопленной электрической или механической энергии, приводящего к поражению электрическим током или неконтролируемым движениям крана;
- нагрева поверхности, представляющего опасность пожара или ожогов при прикосновении.

В соответствии с иерархией защитных мер, описанных в ГОСТ ISO 12100, требуемое уменьшение риска достигается с помощью мер, принятых изготовителем крана на этапе проектирования и дальнейших мер, принятых потребителем.

4.1.3 В процессе проектирования электрооборудования крана опасности и риски необходимо идентифицировать. Для тех опасностей и рисков, которые не могут быть устранены, должны быть предусмотрены другие меры, включающие световые и звуковые сигналы, предупредительные надписи и знаки, а также эксплуатационные ограничения.

4.1.4 В целях максимально полного учета требований потребителя к электрооборудованию крана следует использовать анкету, приведенную в приложении А.

4.1.5 Типовая функциональная схема крана и связанного с ним электрооборудования приведена на рисунке 1.

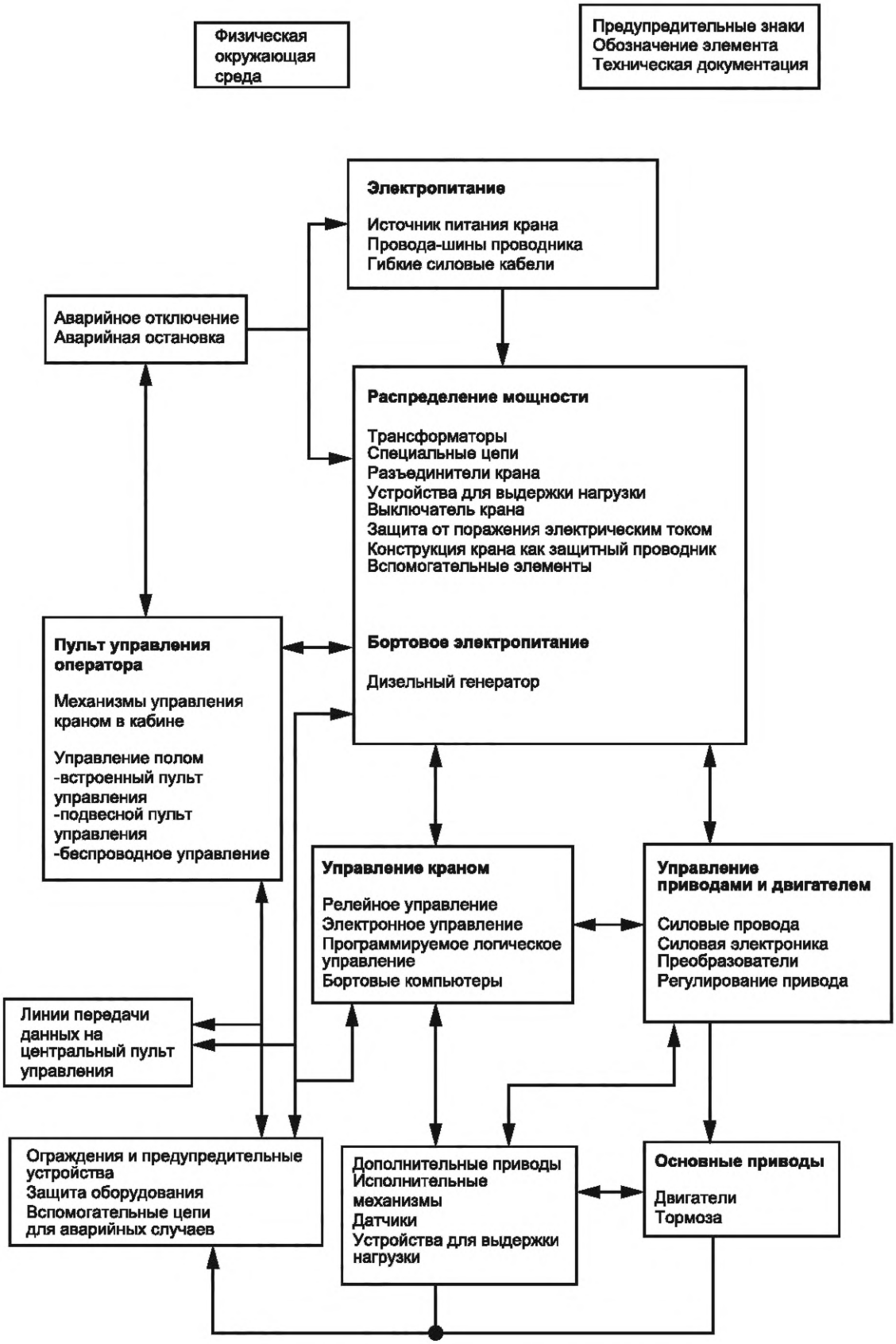


Рисунок 1 — Функциональная схема крана и связанного с ним электрооборудования

4.2 Выбор оборудования

4.2.1 Составные элементы и устройства электрооборудования кранов должны быть пригодны для использования в установленных условиях окружающей среды и отвечать требованиям соответствующих стандартов на конкретные типы кранов. Если имеются специальные условия или ограничения, то это должно быть указано в договоре на поставку крана.

4.2.2 Электрооборудование кранов, как правило, должно обладать способностью правильно работать при температуре окружающей воздушной среды от минус 40 °С до +40 °С при относительной влажности до 80—90 %. Иные требования должны быть отражены в договоре на поставку. Для повышенных или пониженных температур необходимо применение дополнительных требований (например, использование подогрева или кондиционирования).

4.2.3 Во избежание вредных воздействий случайной конденсации влаги необходимо предусматривать соответствующие меры на этапе конструирования оборудования (например, применять встроенные нагреватели, вентиляторы, отверстия для удаления конденсата).

4.2.4 Электрооборудование должно быть работоспособно на высоте до 1000 м над уровнем моря.

4.2.5 Электрооборудование крана должно иметь защиту от воздействия загрязняющих веществ (например, пыли, кислот, коррозийных газов, солей), которые могут содержаться в атмосфере, окружающей кран на месте установки.

4.2.6 Электрооборудование крана должно иметь защиту от воздействия возможных на месте установки крана излучений (например, микроволнового, лазерного, ультрафиолетовых и рентгеновских лучей).

4.2.7 Электрооборудование крана и его компоненты должны быть устойчивы к вибрации, ударам и толчкам, что может быть достигнуто, в том числе, применением антивибрационных приспособлений.

4.2.8 Электрооборудование должно выдерживать колебания температур во время транспортирования и хранения от минус 40 °С до плюс 55 °С и температуру не менее 70 °С в течение не более 24 ч. Чтобы не допускать порчи и повреждений, вызываемых другими факторами (например, влажностью или вибрацией), необходимо предусматривать применение соответствующих средств упаковки и консервации при транспортировании и хранении.

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

4.2.10 Если электропроводка подлежит соединению при монтаже или разъединению при транспортировании крана, в местах разделения должны быть предусмотрены клеммы в доступном корпусе (соединительной коробке) или панели вилочных и розеточных частей соединителей. Эти клеммы должны быть размещены в оболочках, а соединители должны быть соответствующим образом защищены от воздействия окружающей среды во время транспортирования.

4.2.11 Производимые оборудованием электромагнитные помехи не должны превышать уровни, которые установлены для соответствующей области его применения. Кроме того, оборудование должно иметь уровень помехоустойчивости, обеспечивающий его правильное функционирование в соответствующих условиях.

4.2.11.1 Нормы излучения помех и стойкости к их воздействию установлены ГОСТ 30804.6.1, ГОСТ 30804.6.2, ГОСТ IEC 61000-6-3 или ГОСТ IEC 61000-6-4 в зависимости от мест применения кранов.

4.2.11.2 Производимые электрические помехи, 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 может быть повышена с помощью:

- соединения чувствительных к помехам цепей с корпусом (шасси). Такое соединение должно быть обозначено символом

;

- соединения корпуса с клеммой заземления (*PE*) возможно короткими изолированными проводами большого сечения;

- соединения 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 должны быть обозначены символом



;

- отделением чувствительного к помехам оборудования от источников, излучающих помехи;
- конструированием оболочек, минимизирующих наведение электромагнитных помех;
- снижением 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;
- прокладкой проводников как можно ближе к плоскости заземления (эквипотенциальной поверхности);
- установкой электростатических экранов и/или экранированием оплеткой с низким уровнем сопротивления помехам.

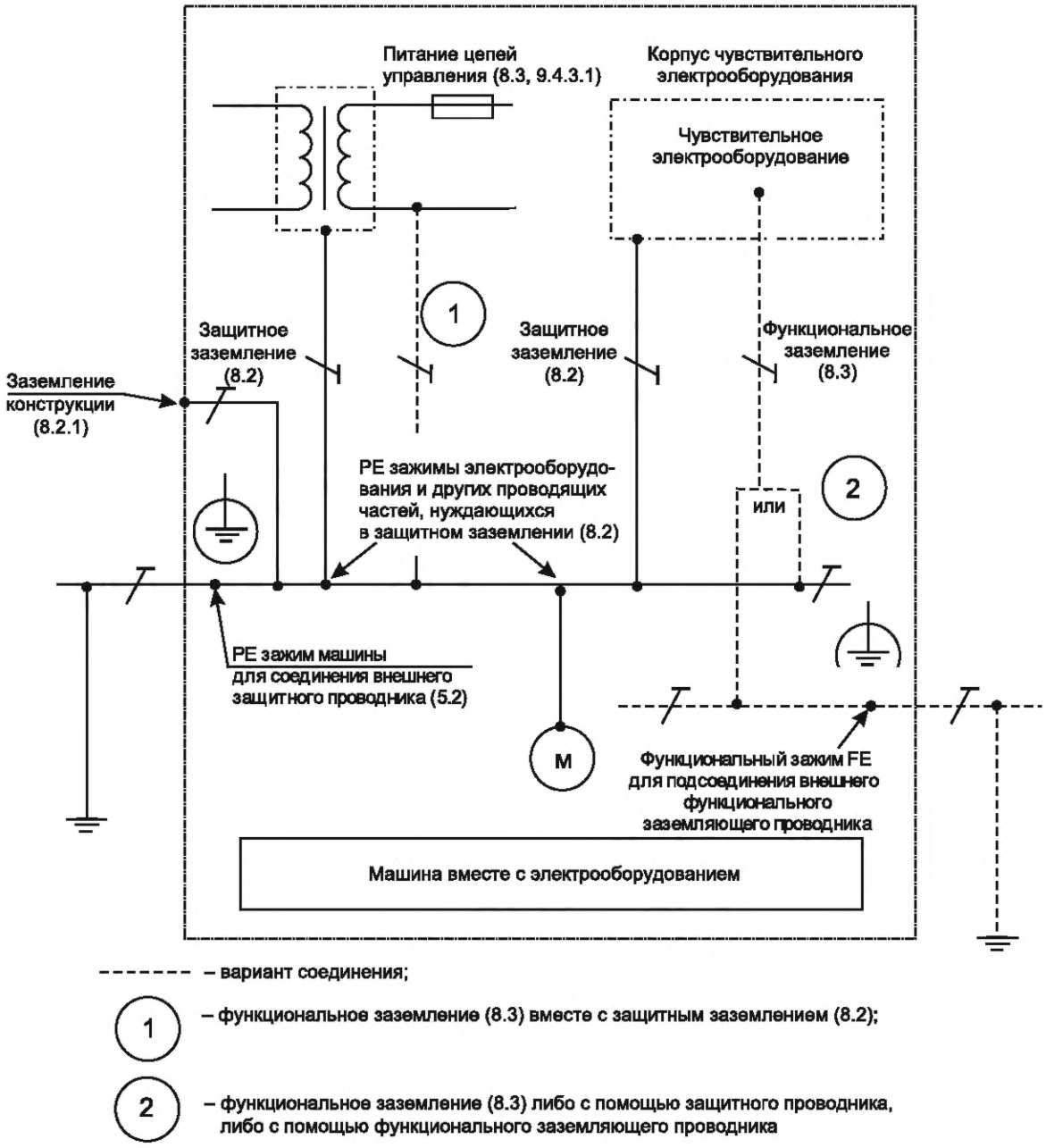


Рисунок 2 — Пример эквипотенциального контура заземления для электрооборудования крана

4.3 Требования к электропитанию

4.3.1 Требования к электропитанию переменным током

Требования к характеристикам внешней сети электропитания переменным током приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Требования к характеристикам трехфазной электрической сети переменного тока

Наименование характеристики	Требование
Напряжение	0,9—1,1 номинального значения напряжения Примечание — В некоторых случаях (например, на крупных контейнерных кранах) диапазон напряжения может быть уменьшен до 0,95 ... 1,05 номинального напряжения
Частота тока	0,99—1,01 номинального значения в постоянном режиме; 0,98—1,02 номинального значения на короткий период
Гармоники	Гармонические искажения, не превышающие 10 % общего действующего значения напряжения между проводами под напряжением (сумма для гармоник 2—5). Допускается дополнительное гармоническое искажение, равное 2 % общего действующего значения напряжения между фазными проводниками (сумма от 6-й до 30-й гармоники)
Асимметрия напряжения	Не более 2%
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
Падение напряжения	Падения напряжения не должны превышать 20 % максимального (пикового) напряжения питания на более чем один период. Между двумя последовательными падениями напряжения должно пройти более 1 с

4.3.2 Требования к электропитанию постоянным током

Требования к характеристикам внешней сети электропитания постоянным током приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Требования к характеристикам электрической сети постоянного тока

Наименование характеристики	Требование
Источник питания — аккумуляторные батареи	
Напряжение	0,85—1,15 номинального значения напряжения; 0,7—1,2 номинального значения напряжения кранов, работающих от батарей
Прерывание питания	Не более 5 мс
Источник питания — преобразователи	
Напряжение	0,9—1,1 номинального значения напряжения
Прерывание питания	Не более 20 мс. Между последовательными прерываниями должно проходить более 1 с
Пульсация (от пика к пику)	Не более 0,15 от номинального значения напряжения

4.3.3 Встроенный источник питания

Для специальных систем питания, таких как встроенные генераторы, ограничения по 4.3.1 и 4.3.2 могут быть превышены, поэтому в конструкции оборудования следует предусматривать возможность возникновения таких ситуаций.

Для систем питания переменного тока должны быть предусмотрены средства автоматического отключения источника питания в случае, если:

- напряжение питания выходит за пределы 0,85—1,1 номинального напряжения;
- частота тока выходит за пределы 0,95—1,05 номинальной частоты.

5 Подключение питания и устройств отключения питания (разъединителей)

5.1 Подключение питающих проводов

5.1.1 Рекомендуется подсоединять электрооборудование крана к единичному источнику питания. Если для некоторых частей оборудования (например, электронные цепи, электромагнитные муфты) необходимо использовать другой источник питания, то это питание, по мере возможности, должно быть получено от приборов и устройств (таких как трансформаторы, преобразователи), являющихся частью электрического оборудования крана. Для машинных комплексов, состоящих из большого числа кранов, работающих совместно в согласованном режиме, могут потребоваться различные источники питания, требования к которым определены в 5.3.5.1.

5.1.2 За исключением случаев, когда кран оснащен разъемным контактным соединением для подключения питания, провода, идущие от источника питания, рекомендуется подсоединять непосредственно к входным клеммам выключающего устройства крана. По мере возможности должны быть предусмотрены отдельные клеммы для их подключения.

5.1.3 Если нейтральный провод используют для подключения питания, это должно быть четко указано в технической документации на кран, в частности на принципиальной схеме и на схеме подключения. Отдельно должна быть предусмотрена клемма с маркировкой *N* для присоединения нейтрального (нулевого) провода.

5.1.4 Внутри электрооборудования не допускаются соединения между нейтральным проводом и цепью защитного заземления и использование для соединения комбинированной клеммы *PEN*.

Примечание — В *TN-C* системе сети питания в точке подключения электрооборудования крана к сети питания возможно соединение между клеммой нейтрального проводника и клеммой заземления *PE* при условии, что они соответствуют 12.7.2.

5.1.5 Все клеммы для подключения питания должны быть четко обозначены в соответствии с ГОСТ 33542.

5.2 Клемма внешней защитной заземляющей системы

5.2.1 Для каждого входящего источника питания вблизи клемм соответствующих фазных проводов должна быть размещена клемма для подключения крана к внешней заземляющей защитной системе или к внешнему защитному проводнику в зависимости от системы питания и в соответствии со стандартами на установку.

Размер клеммы должен позволять присоединение внешнего медного провода, сечение которого выбирают в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 — Минимальное поперечное сечение внешнего медного провода защиты

В мм^2

Поперечное сечение *S* фазных проводов, питающих оборудование	Минимальное поперечное сечение S_p внешнего провода защиты
До 35 включ.	16
Св. 35	S/2

5.2.2 Если защитный проводник изготовлен не из меди, то соответствующие коррективы должны быть внесены в размеры клеммы для его подключения.

5.2.3 В каждой точке подключения к внешней сети питания клеммы для подключения к внешней заземляющей системе или внешнему защитному проводнику следует маркировать или обозначать буквами *PE*.

5.3 Устройства отключения и переключения питания

5.3.1 Функции отключения питания и/или переключения выполняются следующими устройствами (рисунок 3):

- устройством отключения питания крана;
- разъединителем крана;
- выключателем крана.

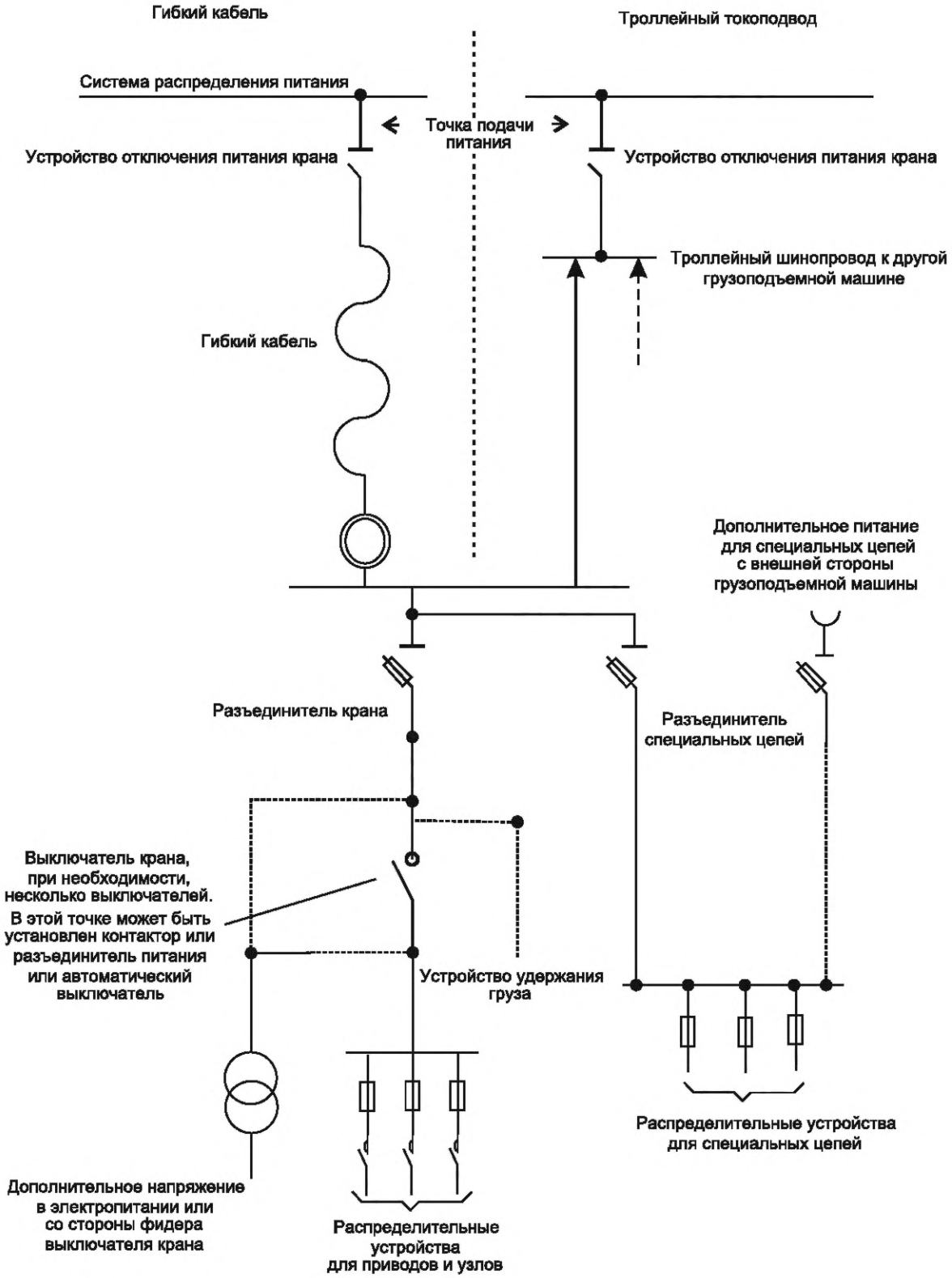


Рисунок 3 — Примеры систем электропитания

5.3.2 Устройство отключения питания должно быть одного из следующих типов:

а) выключатель-разъединитель по ГОСТ IEC 60947-3 (категория использования AC-23B или DC-23B);

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

в) выключатель, пригодный для операций отключения по ГОСТ IEC 60947-2;

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

д) разъем (в гибких соединениях).

5.3.3 Технические требования

5.3.3.1 Устройства отключения (выключатель-разъединитель, разъединитель или выключатель) должны:

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

- изолировать электрооборудование от цепей питания и иметь только одно положение ОТКЛЮЧЕНО и одно положение ВКЛЮЧЕНО, четко обозначаемые символами «О» и «I»;
- иметь видимое разъединение или индикатор положения, который может указывать положение ОТКЛЮЧЕНО только в случае, если все контакты разомкнуты и удалены друг от друга на расстояние, удовлетворяющее требованиям по изолированию;
- быть снабжены расположенным снаружи ручным приводом (например, рукояткой). Исключение составляет управление 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;
- иметь средства для запирания в положении ОТКЛЮЧЕНО (например, с помощью висячих замков). При этом должна быть исключена возможность как дистанционного, так и ручного включения;
- отключать питание всех токоподводящих проводов;
- 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 устройство отключения имеет электрическую систему управления (например, контактор), то оно должно иметь соответствующую категорию применения.

Примечание — При наличии нескольких кранов на одном общем источнике питания может быть применен коэффициент одновременности работы.

5.3.3.2 При использовании силового разъема в качестве отключающего устройства для включения и выключения напряжения на кране необходимо применение выключателя соответствующей категории применения. Допускается использование сблокированного выключающего устройства.

5.3.4 Силовые приводы (органы управления)

Силовые приводы (например, рукоятка) устройства отключения питания должны быть легкодоступными и находиться на высоте над рабочей площадкой от 0,6 до 1,9 м. Предпочтительной является высота установки 1,7 м.

5.3.5 Устройство отключения питания крана

Примечание — Данные требования не распространяется на краны, имеющие внутренние источники питания без альтернативных внешних источников питания.

5.3.5.1 Устройства отключения питания должны быть предусмотрены:

- для отключения (изоляции) от сети питания главных троллеев, закрытых токопроводящих шин или кабелей, к которым подключается кран(ы), для ремонта и технического обслуживания;
- для экстренной остановки и/или аварийного отключения в случае необходимости.

При использовании двух или более входящих источников питания должно быть предусмотрено устройство отключения питания крана для каждого источника питания вместе с защитными блокировками для обеспечения их правильной работы.

Для устройств отключения питания крана должны применяться требования 5.6.

5.3.5.2 Для кранов, используемых на строительных площадках, оборудование на распределительном щите площадки может использоваться для выполнения функции устройства отключения питания крана. Требование, указанное в 5.6, должно выполняться путем блокировки.

5.3.5.3 Если устройство отключения питания крана выполняет функцию аварийного выключения, должна иметься возможность открыть его без затруднений (дистанционно или непосредственно) с легкодоступного места рядом с краном.

5.3.5.4 Повторное подключение устройств отключения питания крана, которое было отключено с помощью выключателя аварийного отключения, должно быть возможным только после возврата выключателя(ей) аварийного отключения в исходное положение.

5.3.5.5 Если главные троллеи или закрытые токопроводящие шины питаются от нескольких устройств отключения питания крана, соединенных параллельно, то они должны быть обеспечены защитными блокировками для обеспечения их правильной работы.

5.3.5.6 Рекомендуется, чтобы устройство отключения питания крана, используемое для подключения главных троллеев, токопроводящей шины или устройства дистанционного управления, располагалось в таком месте, чтобы троллеи или токопроводящая шина были максимально возможно видны с этого места.

Вышеуказанные требования применяются также в случаях, когда имеется два независимых источника питания, любой из которых может быть использован для электропитания крана(ов), или главные троллеи или токопроводящая шина разделены на изолированные секции (например, рабочая и ремонтные зоны).

В случаях, когда эти требования не могут быть выполнены, должны быть предусмотрены дополнительные меры безопасности.

5.3.6 Разъединитель крана

5.3.6.1 Кран должен быть оснащен отдельным разъединителем для обеспечения возможности изоляции электрического оборудования при техническом обслуживании и ремонте, а также для предотвращения неожидаемого срабатывания во время выполнения работ на кране, за исключением следующих обстоятельств:

- разъединитель не требуется при отсутствии соединения и ответвления в системе проводки между предполагаемым расположением разъединителя крана и выключателем крана, а выключатель крана выполняет функции разъединителя крана и соответствует требованиям 5.6;
- разъединитель крана не требуется для крана, управляемого с подвесного пульта управления, дистанционного стационарного пульта управления или пульта радиоуправления, где устройство отключения питания крана выполняет также функцию разъединителя;
- разъединитель крана не является необходимым в случаях, когда электропитание может быть прервано с помощью других средств (например, блокировки подачи топлива для дизельного генератора);
- на кранах с электропитанием при напряжении переменного тока более 1 кВ и оснащенных одним или несколькими понижающими трансформаторами, установленными на кране, на второй стороне каждого трансформатора могут потребоваться один или несколько разъединителей крана для изоляции секций низкого напряжения. Схемы, связанные разъединителем крана, должны быть четко идентифицированы, например с помощью:

а) разделения;

б) ограждений;

в) маркировки и этикетирования.

Примечание — Предпочтительным является применение только одного разъединителя крана.

5.3.6.2 Если имеются положения на случай неумышленного (случайного) или несанкционированного открывания, разъединитель крана должен соответствовать требованиям для разъединителей, приведенных в ГОСТ IEC 60947-3. В противном случае он должен отвечать требованиям, предъявляемым к выключателям-разъединителям, приведенным в ГОСТ IEC 60947-3. Исполнительный механизм разъединителя крана должен соответствовать требованиям 5.3.4.

Разъемы (вилки/розетки) могут быть использованы в качестве разъединителей крана, если они выполняют ту же функцию.

5.3.6.3 На кранах с альтернативной системой электропитания переключатель электропитания может быть использован в качестве разъединителя крана, если он имеет нейтральное положение «отключено».

5.3.7 Выключатель крана

5.3.7.1 Каждый кран должен иметь один или несколько выключателей крана, приводимых в действие с пульта управления, для выполнения аварийной остановки всех приводов и, в случае необходимости, для прерывания электроснабжения, поступающего к другому оборудованию.

Устройства поддержания нагрузки, которые не могут поддерживать нагрузку при обесточивании (например, грузовые магниты, пневматические блокирующие устройства), должны питаться от стороннего выключателя крана.

5.3.7.2 Если функция аварийного останова обеспечивается другими средствами, выключатель крана не требуется для:

- кранов, на которых только механизм подъема работает с приводом от двигателя;
- талей на монорельсах, управляемых с пола, если их передвижение осуществляется вручную или с помощью электродвигателя мощностью не более 500 Вт.

5.3.7.3 Выключатель крана должен соответствовать требованиям для выключателей, приведенным в ГОСТ IEC 60947-3. Это требование может быть выполнено одним из устройств, указанных в 5.3.2 а) или в). Могут также использоваться контакторы, выбранные в соответствии с 5.3.8 и используемые в комбинации с разъединителями.

5.3.8 Выбор силовых контакторов

5.3.8.1 Контакторы быть согласованы со связанными с ними устройствами защиты от короткого замыкания таким образом, чтобы в условиях короткого замыкания контакторы не создавали опасности для людей или оборудования и оставались пригодными для дальнейшей эксплуатации. Если допускается вероятность сваривания контактов, изготовитель должен дать рекомендации по обслуживанию аппаратов.

5.3.8.2 Контакторы, которые выполняют функцию остановки движущихся приводов, инициализируемых цепями управления, связанными с безопасностью, следует выбирать и согласовывать с другим оборудованием таким образом, чтобы возможность сваривания контактов либо была исключена, либо не мешала функции аварийной установки.

Примечание — Контакторы, непосредственно контролирующие движение и требующие большого количества операций, должны иметь механическую износостойкость не менее трех миллионов циклов.

5.3.8.3 Электрическое оборудование крана должно соответствовать требованиям безопасности, определяемым оценкой риска. В зависимости от типа крана, его назначения и электрооборудования, отдельные части электрооборудования должны быть выбраны в соответствии с требованиями соответствующих разделов ГОСТ Р 51321.1.

5.3.9 Специальные цепи

5.3.9.1 Специальные цепи, которые должны функционировать во время проведения ремонтных работ и технического обслуживания, должны подключаться со стороны питания разъединителя крана, с использованием разъединителя, соответствующего требованиям 5.5.

К специальным цепям относятся, например:

- цепи питания соединителей (вилок/розеток) систем освещения;
- цепи питания крановых подъемников, оборудования для ремонта и технического обслуживания и ремонтных кранов, установленных на кране;
- цепи питания систем отопления, кондиционирования и вентиляции;
- цепи питания электрооборудования, обеспечивающего меры безопасности, например устройств защиты от столкновений, авиационного освещения;
- цепи питания систем охранно-пожарной сигнализации;
- цепи питания устройств связи, линий передачи данных или программных запоминающих устройств;
- низковольтные цепи защиты, используемые только для автоматического отключения во время перерывов в электроснабжении;
- цепи управления для блокировки.

5.3.9.2 Специальные цепи должны быть спроектированы и установлены таким образом, чтобы при их действии во время ремонта и техобслуживания на кране не использовались незащищенные троллеи, токопроводящие шины или контактные кольца.

5.3.9.3 Специальные цепи должны быть идентифицированы посредством:

- наличия постоянного предупредительного(ых) знака(ов), размещенного(ых) вблизи от выключателя крана;
- включения в руководство по обслуживанию соответствующих указаний:
- размещения постоянного предупредительного знака в соответствии с требованиями 16.1 (символ на табличке или бирке) вблизи от каждой такой цепи;
- прокладыванием их отдельно от других цепей или применением цепей блокировки, имеющих изоляцию, окрашенную в соответствии с 13.2.4.

5.4 Устройства отключения питания для предотвращения непреднамеренного пуска

5.4.1 Выключающие устройства (выключатели) для предотвращения неожидаемых непреднамеренных повторных пусков должны входить в комплект поставки крана (например, при проведении работ по обслуживанию может возникнуть опасность в результате внезапного повторного пуска крана). Разъединитель крана выполняет эту функцию для всего крана. Если возникает необходимость работы на отдельных узлах крана, то должны быть предусмотрены дополнительные отключающие устройства для каждого узла, требующего отдельного разъединения.

Такие устройства должны быть удобны для использования и размещены в легкодоступном месте. Их обозначение должно быть доступно визуально, легко идентифицироваться по выполняемым функциям.

Примечание — Требования по предотвращению непреднамеренных пусков, к размещению и активации устройств, применяемых для предотвращения непреднамеренного пуска, установлены ГОСТ Р 51343.

5.4.2 Во избежание случаев несвоевременного срабатывания или сбоев в работе устройства необходимо принимать соответствующие меры предосторожности в части контроля или расположения.

5.4.3 Изолирующие функции в полном объеме могут выполнять:

- устройства, описанные в 5.3.2;
- разъединители, съемные предохранители или съемные перемычки, если они размещены отдельно в закрытой оболочкой зоне управления.

5.4.4 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:

а) отсутствует опасность поражения электрическим током или возгорания,

б) отключающие устройства остаются эффективными на протяжении всей работы,

в) объем работ незначителен (например, замена плавких вставок) без нарушения существующей электропроводки.

Примечание — При выборе устройства следует учитывать, например, результаты оценки риска, предполагаемого использования и возможного неправильного использования устройства. Например, использование разъединителей, выдвижных плавких вставок или выдвижных перемычек, расположенных в закрытых электрических рабочих зонах, может быть неприемлемым при уборке рабочей зоны.

5.5 Устройства отключения электрооборудования

5.5.1 Устройства отключения электрооборудования устанавливают при необходимости отключения электрооборудования от напряжения питания на время проведения ремонтных и наладочных работ.

5.5.2 Такие разъединяющие устройства должны:

- быть подходящими и удобными для вышеуказанных целей;
- быть пригодными для соответствующего размещения;
- иметь маркировку, позволяющую однозначно определить, какую часть крана или цепи они отключают.

Во избежание случаев несвоевременного срабатывания или сбоя в работе устройства необходимо принять соответствующие меры предосторожности.

5.5.3 В некоторых случаях функции устройства отключения электрооборудования может выполнять разъединитель крана. Однако, если это необходимо для работы на одной из частей электрооборудования крана или на одном из кранов, подключенных через общую шину, провод или троллейную систему электропитания, устройством для отключения должна быть оборудована каждая часть или каждый из кранов, требующих отдельного изолирования.

5.5.4 В дополнение к разъединителю крана для выполнения аналогичных функций могут служить:

- устройство, описанное в 5.3.2;
- разъединители, съемные предохранители-вставки или перемычки (только когда они установлены в закрытой зоне управления) и предоставлена соответствующая информация.

Примечание — Если защита от прямого контакта выполнена в соответствии с 6.2.2.2 в), персонал должен использовать разъединители, съемные предохранительные вставки или перемычки.

5.6 Защита против несанкционированных, непреднамеренных и/или ошибочных соединений

5.6.1 Устройства, описанные в 5.4 и 5.5, которые расположены снаружи защищенной зоны управления электрооборудованием, оснащаются фиксаторами в позиции ОТКЛЮЧЕНО (разъединенном состоянии). Фиксаторами могут служить замки, блокировки с использованием неизвлекаемого ключа и т. п. В этих случаях дистанционное, а также локальное переподключение должно быть исключено.

5.6.2 Предупредительные знаки могут быть использованы в местах, где незапираемые разъединители (удаляемые предохранители, перемычки) установлены в отдельном электрошкафу.

5.6.3 При использовании розетки с вилкой согласно 5.3.2 д), которые постоянно находятся в поле зрения работающего, необходимость в средствах блокировки в положении ОТКЛЮЧЕНО отсутствует.

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 или косвенного контакта.

Эта защита должна осуществляться с использованием мер, указанных в 6.2, 6.3, а для цепей безопасного сверхнизкого напряжения (БСНН), в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50571.3. Если эти меры не могут быть использованы, например, по причинам физических или производственных ограничений, то применяют другие меры, установленные ГОСТ Р 50571.3.

Примечание — В ГОСТ Р 50571.3 термины «основная защита» и «защита при повреждении» используются вместо терминов «защита от прямого контакта» и «защита от косвенного контакта», которые применяются в настоящем стандарте.

6.2 Защита от прямого контакта

6.2.1 Для каждой цепи или узла оборудования должны быть приняты меры, указанные в 6.2.2, 6.2.3 или 6.2.4. Если применение этих мер невозможно, то используют другие средства защиты от прямого контакта (например, используют перегородки и любые другие конструктивные или установочные средства, препятствующие доступу) или размещают цепи или узлы оборудования вне пределов досягаемости в соответствии с 6.2.5 и 6.2.6 ГОСТ Р 50571.3—2009.

Если оборудование размещено в общедоступных местах, необходимо использовать средства, описанные в 6.2.2, со степенями защиты IP4X или IPXXD по ГОСТ 14254 или применять указания 6.2.3.

6.2.2 Защита, обеспечиваемая оболочкой

6.2.2.1 Токоведущие части следует помещать внутри оболочек в соответствии с требованиями разделов 4, 11 и 14 настоящего стандарта для обеспечения степени защиты от прямого контакта не менее IP2X или IPXXB по ГОСТ 14254.

Если верхняя часть оболочки является легкодоступной, то минимальная степень защиты от прямого контакта для токоведущих частей должна быть IP4X или IPXXD. Расположенные на внутренней поверхности оболочки токоведущие части должны иметь минимальную степень защиты от прямого контакта 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.

6.2.2.2 Открывание оболочки (открытие дверей, крышек, перегородок и т. п.) допускается, если:

а) для доступа к электрооборудованию используют специальный ключ или инструмент. Для электрооборудования, находящегося внутри оболочек, применяют требования ГОСТ Р 50571.3 или ГОСТ Р 51321.1;

б) отключены все токоведущие части, расположенные внутри оболочки, перед его возможным открыванием.

Примечание — Эти меры могут быть осуществлены 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;

в) снятие оболочки без использования ключа или инструмента или без отключения токоведущих частей возможно только в случае, если все токоведущие части имеют минимальную степень защиты

IP2X или IPXXB по ГОСТ 14254. Если эту защиту обеспечивают ограждения, их демонтаж должен быть предусмотрен только с применением инструмента, либо демонтаж ограждения должен вызывать автоматическое отключение токоведущих частей.

Примечание — Если защита от прямого контакта реализована в соответствии с 6.2.2.2 в), 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 дополнительного ограждения либо необходимостью применения инструмента для демонтажа этого ограждения.

6.2.2.3 Применение специальных устройств или инструмента может обеспечивать снятие блокировки к токоведущим частям при условии того, что:

- после снятия блокировки с двери можно всегда принудительно включить или выключить разъединитель или иным образом предотвратить несанкционированное замыкание разъединительного устройства;
- блокировка автоматически восстанавливается после закрытия двери.

6.2.2.4 Все токоведущие части, которые остаются под напряжением после отключения разъединителя(ей), должны иметь минимальную степень защиты от прямого контакта IP2X или IPXXB по ГОСТ 14254. Защищенные таким образом токоведущие части должны иметь предупреждающий знак об идентификации проводов цветом.

Исключением из этих требований по маркировке являются:

- части, которые могут быть токоведущими из-за подключения к цепям блокировки. Такие потенциально токоведущие части выделяют цветом изоляции согласно 13.2.4;
- клеммы питания устройства отключения крана и разъединителя крана, если они установлены в отдельной оболочке.

6.2.3 Защита путем изоляции токоведущих частей

Изоляция токоведущих частей не должна допускать ее снятие без разрушения и выдерживать механические, электрические нагрузки, термические и химические воздействия, которым она может подвергаться в обычных условиях эксплуатации.

Примечание — Краски, лаки, эмали и другие подобные материалы, используемые по отдельности, не рассматривают в качестве покрытий, способных обеспечивать защиту от поражения электрическим током.

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 60 мкКл. В этом случае на видном месте или рядом с оболочкой таких компонентов должна быть помещена предупредительная табличка с указанием необходимого времени выдержки перед снятием оболочки.

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 степень защиты IP2X или IPXXB. Если время разряда превышает 1 с или невозможно обеспечить указанную защиту (например, при съемных коллекторах, проводах, шинах или контактных кольцах необходимо использовать дополнительные устройства отключения или предупреждения (например, предупреждающие надписи).

Примечание — Данное требование применяется, например, к конденсаторам, используемым для корректировки коэффициента мощности и фильтрования, и к конденсаторам в шине переменного тока приводов с регулируемой скоростью.

6.2.5 Защита с помощью ограждений

Защиту с помощью ограждений осуществляют в соответствии с требованиями А.2 ГОСТ Р 50571.3—2009.

6.2.6 Защита размещением вне зоны досягаемости или защита с помощью барьеров

Требования к защите с помощью барьеров и защите оборудования, находящегося вне зоны досягаемости, установлены В.2 и В.3 ГОСТ Р 50571.3—2009.

Требования к защите систем открытых троллеев или токопроводящих шин со степенью защиты менее IP2X приведены в 12.7.1.

6.3 Защита от косвенного контакта

6.3.1 Общие положения

Защита от косвенного контакта предназначена для предотвращения опасностей, которые могут возникать в результате пробоя изоляции между токоведущими частями и внешними незащищенными (открытыми) токопроводящими частями. При этом риск возникновения вредного физиологического воздействия от напряжения прикосновения зависит от его величины и длительности возможного контакта.

Каждая цепь или часть электрооборудования должна отвечать по меньшей мере:

- применением средств, препятствующих контакту с деталями, находящимися под опасным напряжением контакта;
- автоматическим отключением питания до вступления в контакт с напряжением прикосновения.

Примечание — В отношении классов защиты оборудования и защищенности см. ГОСТ Р 58698.

6.3.2 Защита в случае возникновения напряжения прикосновения

6.3.2.1 Меры, исключающие возникновение напряжения прикосновения, 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 предназначена для предотвращения появления опасных напряжений в доступных местах при нарушении основной изоляции.

Защита должна быть обеспечена реализацией одного или нескольких следующих требований:

- использованием аппаратуры или электрооборудования класса II (с двойной, усиленной или эквивалентной изоляцией в соответствии с ГОСТ Р 58698);
- использованием коммутационной и распределительной аппаратуры с общей изоляцией в соответствии с ГОСТ Р 51321.1;
- использованием дополнительной или усиленной изоляции в соответствии с 412 ГОСТ Р 50571.3—2009.

6.3.2.3 Защита электрическим разделением

Электрическое разделение отдельной цепи служит для предотвращения возникновения напряжения прикосновения на проводящих частях, способных оказаться под напряжением в случае нарушения основной изоляции токоведущих частей такой цепи.

Требования к защите этого типа установлены в 413 ГОСТ Р 50571.3—2009.

6.3.3 Защита автоматическим отключением питания

При наличии защиты автоматическим отключением питания должно быть обеспечено размыкание в автоматическом режиме с управлением от защитного устройства одного или более линейных питающих проводников в случае повреждения изоляции. 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 установлены в приложении Б.

6.3.3.1 Защитные меры автоматическим отключением питания требуют соответствия:

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

6.3.3.2 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, использование устройства защиты от сверхтоков для автоматического отключения питания при обнаружении нарушения изоляции в TN-системах, или использование систем контроля токов утечки для автоматического отключения сети питания при обнаружении повреждения изоляции от токоведущей части к открытым проводящим частям или к земле в TT-системах, или использование систем контроля тока утечки или замыкания на землю для отключения сети питания в IT-системе.

Если используют контроль замыкания на землю, то при первичном нарушении изоляции между находящимися под напряжением и внешними проводящими частями или землей вначале должен быть подан визуальный или звуковой сигнал тревоги. Устройство должно инициировать сигнал о нарушении изоляции на все время его существования.

Если применение автоматического системного отключения с использованием защитной аппаратуры для отключения от сети питания при нарушении изоляции в сети TN-системы и контролем по времени (см. Б.1 приложения Б) не гарантирует защищенность, то дополнительное заземление должно обеспечивать соответствие требованиям, установленным в Б.3 приложения Б.

6.4 Защита путем использования системы безопасного сверхнизкого напряжения (БСНН)

Требования к цепям БСНН установлены в 6.4 ГОСТ Р МЭК 60204-1—2007

7 Защита оборудования

7.1 Общие положения

7.1.1 Для защиты оборудования должны быть предприняты меры от воздействия:
- перегрузки в результате короткого замыкания;
- тока перегрузки;
- перегрева;
- потери или недопустимого снижения напряжения питания;
- потери охлаждения двигателями;
- неисправности заземления;
- скачков напряжения во время грозового разряда или переключения источников питания;
- перегрева двигателей;
- замыкания на землю с превышением токов утечки;
- неправильного чередования фаз;
- перенапряжений, возникающих при работе освещения и переключениях осветительных устройств.

7.1.2 Если неисправность приводит к действию защитного устройства, в результате чего происходит остановка тягового двигателя, должен быть предотвращен его автоматический перезапуск.

Примечание — Это требование может быть выполнено, например, посредством применения:
- выключателя крана, который может быть включен только когда все устройства, управляемые оператором, находятся в выключенном положении;
- устройств, управляемых оператором, которые автоматически возвращаются в состояние отключения.

7.1.3 Если воздействию защитного устройства подвергаются только части крана или группы кранов, работающих совместно, то отключение должно быть скоординировано для всех указанных частей или группы кранов. При этом повторный пуск должен находиться под контролем оператора или управляющей системы.

7.2 Защита от сверхтоков

7.2.1 Общие положения

Защита от сверхтоков должна быть предусмотрена, если ток в цепях крана может превысить номинальные значения тока для компонента или максимально допустимую расчетную нагрузку в проводах, при этом выбирают наименьшее значение. Номинальные значения или уставки пределов срабатывания защитных устройств выбирают согласно указаниям 7.2.10.

7.2.2 Питающие провода

Если нет особых указаний потребителя, поставщик электрооборудования не должен отвечать за установку устройств защиты от сверхтоков для проводов, питающих электрооборудование крана. При этом на монтажной схеме должны быть указаны сведения, необходимые для выбора устройства защиты от сверхтоков.

7.2.3 Силовые цепи

7.2.3.1 Каждый токоведущий провод должен быть защищен устройством для обнаружения и прерывания сверхтоков.

7.2.3.2 При разъединении токоведущих проводов не следует разъединять:
- нейтральный проводник в силовых цепях переменного тока;
- заземленный проводник в силовых цепях постоянного тока;
- силовой проводник цепи постоянного тока, подключенный к открытым проводящим частям самоходных кранов.

7.2.3.3 Если в системе питания с заземленной нейтралью сечение нейтрального провода не менее сечения фазных проводов, необходимость применения средств для обнаружения и прерывания сверхтоков в нейтральном проводе отсутствует. Для нейтральных проводов с поперечным сечением меньшим, чем сечение фазных проводов, должны быть приняты меры, приведенные в 524 ГОСТ Р 50571.5.52—2011.

7.2.3.4 В IT-системах не рекомендуется применять нейтральный провод. Однако при его наличии необходимо предусматривать защиту от сверхтоков для этого провода в соответствии с 431.2.2 ГОСТ Р 50571.4.43—2012.

7.2.4 Цепи управления

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

7.2.4.2 Провода цепей управления, питающиеся через трансформатор или от источников постоянного тока, должны быть защищены от токов короткого замыкания. При этом в цепях управления, соединенных с защитными цепями заземления, требуется установка защитного устройства только в коммутируемый проводник, а для всех проводов 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 и предназначенных 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, независимыми от устройств, защищающих другие цепи.

7.2.7 Трансформаторы

Защита трансформаторов от сверхтоков должна:

- предупреждать ложное отключение, вызываемое намагничивающими токами при включении трансформаторов;
- исключать нагрев обмоток при воздействии токов короткого замыкания на его вторичной стороне, превышающий допустимое значение, определяемое классом изоляции 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 иное изменение, снижающее нагрузочные характеристики проводов. При этом должны быть учтены следующие условия:

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

7.2.9 Устройства защиты от сверхтоков

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

7.2.9.2 Допускается более низкая отключающая способность устройства защиты от сверхтоков, если есть другое устройство защиты (например, от сверхтоков в питающих проводах, обладающее необходимой отключающей способностью отключения, установленное на стороне питания). В этом случае характеристики этих устройств должны быть согласованы таким образом, чтобы энергия, проходящая через два соединенных последовательно устройства (I^2t), не превысила значения, которое могут выдерживать без отказа устройства защиты со стороны нагрузки и провода, защищаемые этими устройствами.

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

7.2.9.3 Если для защиты от сверхтоков применяют предохранители, должны быть использованы плавкие вставки по ГОСТ IEC 60691 либо должны быть заключены соглашения по поставке заменяемых частей.

7.2.10 Номинальное значение тока и регулировка устройств защиты от сверхтоков

7.2.10.1 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 сваривания контактов аппаратов.

7.2.10.2 Номинальный ток и значение токов уставки устройств защиты от сверхтоков определяют в соответствии с допустимой нагрузкой по току в защищаемых этими устройствами проводах согласно 12.4 и таблице В.2 приложения В, а также с максимально возможным временем размыкания t согласно таблице В.3 приложения В, учитывая необходимость в согласовании с другими электрическими приборами защищенной цепи.

7.2.10.3 В случае многодвигательных приводов максимальная токовая защита в системе питания может оказаться не в состоянии защитить один ответвленный кабель в случае короткого замыкания. Требуются дополнительные меры защиты или определение размеров ответвлений кабелей с учетом максимального тока короткого замыкания.

7.3 Защита двигателей от перегрева

7.3.1 Общие положения

7.3.1.1 Все двигатели, мощность которых превышает 2 кВт, должны быть защищены от перегрева.

7.3.1.2 Если автоматическое отключение двигателя является нежелательным (например, в механизмах подъема), защитное устройство должно давать сигнал тревоги, способный вызвать ответные действия оператора.

7.3.1.3 Защита двигателей от перегрева должна быть обеспечена посредством защиты:

- от перегрузки.

Примечание — Устройства защиты от перегрузок выявляют параметры время/ток (I^2t), превышающие расчетную полную нагрузку цепи, и инициируют соответствующую реакцию в цепях управления;

- от превышения температуры или ограничением тока.

7.3.1.4 Автоматический пуск двигателя (самозапуск) после срабатывания защиты от перегрева должен быть исключен.

7.3.2 Защита от перегрузки

7.3.2.1 Обнаружение перегрузки должно быть обеспечено в каждом проводе под напряжением за исключением нейтрального. Однако если устройство для обнаружения перегрузки не используется для защиты проводки, число таких устройств может быть уменьшено по согласованию с пользователем. Для однофазных двигателей или двигателей постоянного тока допускается установка только одного устройства для обнаружения перегрузки на одном токоведущем незаземленном проводе.

7.3.2.2 Когда защита от перегрузок производится отключением, выключатель должен отключить все токоведущие провода. Для защиты от перегрузки нет необходимости в отключении нейтрального проводника.

7.3.2.3 Если двигатели обладают специальными характеристиками для пуска и частого торможения (например, двигатели, используемые для быстрых перемещений, захватов с частыми реверсами, высокоскоростных механизмов), 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, специально сконструированных применительно к этим двигателям, или защиты от перегрева (превышения температуры обмоток).

7.3.2.4 Для двигателей, которые не могут быть перегружены (например, двигатели приводов передвижения), или защищены механическими устройствами защиты от перегрузки, или имеют соответствующие размеры, защита от перегрузки не требуется.

7.3.3 Защита от перегрева

Рекомендуется использование двигателей с температурной защитой, если условия охлаждения могут быть ухудшены. Встроенная тепловая защита может обеспечивать защиту при блокировке ротора или обрыве фазы не для всех типов двигателей, ввиду чего может возникнуть потребность в дополнительных мерах защиты.

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

Примечание — Охлаждение может быть ухудшено, например, из-за пыли или если двигатели с вентиляторами на валу работают на малых скоростях.

7.3.4 Защита ограничением тока нагрузки

Если защита трехфазных двигателей от перегрева основывается на ограничении тока нагрузки, количество устройств для обнаружения перегрузки может быть снижено с трех до двух. Для однофазных двигателей или двигателей постоянного тока допускается установка только одного устройства для обнаружения перегрузки на одном токоведущем незаземленном проводе.

7.4 Защита цепей от перегрева

Цепи, нагреваемые при сопротивлении протеканию электрического тока, или другие, в которых могут возникать аномально высокие температуры (например, обусловленные кратковременным ростом нагрузки или потерей охлаждающих возможностей), должны быть оснащены чувствительным элементом, вызывающим немедленную реакцию силовых приводов.

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

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

Примечание — В зависимости от оценки риска защита от пониженного напряжения может быть исключена на кране с ручным управлением.

7.5.2 Повторный автоматический пуск (самозапуск) крана после восстановления напряжения или после включения входного напряжения питания должен быть исключен.

7.5.3 Если снижение напряжения или прерывание питания может повлиять на работоспособность только части крана или группы кранов, работающих совместно 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 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 от превышения частоты вращения должна работать таким образом, чтобы механическое ограничение скорости двигателя или его нагрузка не были превышены.

Примечание — Защита должна состоять, например, из центробежного выключателя, регулятора ограничения скорости или системы контроля скорости, встроенной в систему привода.

7.7 Защита с контролем токов утечки на землю

Защиту этого вида используют для автоматического отключения оборудования во избежание повреждений, когда величины токов короткого замыкания недостаточны для срабатывания защиты от короткого замыкания.

Настройку аппаратов следует производить на как можно более низкие значения токов, принимая во внимание при этом возможность нормальной работы оборудования.

7.8 Защита от нарушения последовательности чередования фаз

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

Примечание — К нарушению последовательности чередования фаз может приводить:
- переключение крана от одного источника питания крана на другой;
- подключение крана с собственным источником питания к внешнему источнику питания;
- неверное подключение фазных проводников при ремонтах оборудования.

7.8.2 Кран с приспособлением для подключения дополнительного источника электроэнергии (например, для ремонта) или альтернативного источника питания (например, в случае чрезвычайной ситуации), должен иметь устройство защиты от нарушения последовательности чередования фаз, чтобы обеспечить правильное направление вращения двигателей.

7.9 Защита от перенапряжений, возникающих при коммутационных скачках

7.9.1 Защитные устройства должны обеспечивать подавление перенапряжений, возникающих при переключениях. При этом:

- устройства для подавления перенапряжений от попадания молнии должны быть подключены непосредственно к вводным клеммам отключающих приборов крана и/или разъединителя крана;
- устройства подавления импульсов при переключениях должны подключаться через клеммы питания всего оборудования, требующего такую защиту.

7.9.2 Если этого требует оценка риска, то краны, работающие вне помещений, должны быть оборудованы системой молниезащиты, включая:

а) молниеприемник;

б) системы токоотвода;

в) системы заземлителей.

7.9.3 Нет необходимости обеспечивать кран отдельным молниеприемником, если эту функцию выполняет конструкция крана.

7.9.4 В качестве вертикального токоотвода может быть использована конструкция крана со всеми подвижными соединениями, шунтированными заземляющим проводом.

7.9.5 Заземлитель должен включать заземляющие проводники для крановых рельсов.

Примечание — Руководство по оценке риска и для систем молниезащиты приведено в ГОСТ Р МЭК 62305-1, ГОСТ Р МЭК 62305-2.

8 Эквипотенциальные соединения

8.1 Общие положения

В разделе содержатся требования к эквипотенциальным соединениям, которые выполняют одновременно рабочие и защитные функции, пример которых показан на рисунке 2.

8.2 Цепь защиты

8.2.1 Общие положения

8.2.1.1 Цепь защиты включает в себя:

- клеммы *PE*;
- незащищенные токопроводящие структурные части электрического оборудования и крана;
- провода цепи защиты электрооборудования крана, в том числе скользящие контакты, являющиеся частью цепи.

8.2.1.2 На кранах с собственными (бортовыми) источниками питания цепи защиты, сторонние токопроводящие части и все внешние токопроводящие части следует подключать к клемме защитной цепи, чтобы обеспечивать защиту от поражения электрическим током.

Примечание — Когда источник электропитания является частью крана, а внешний источник питания не подключен, нет необходимости подключать такой кран к внешнему проводнику защиты.

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

8.2.1.4 Если проводимость структурных элементов электрооборудования или крана меньше, чем у наименьшего защитного провода, подключенного к незащищенным токопроводящим частям, следует устанавливать дополнительный заземляющий проводник. Площадь поперечного сечения дополнительного защитного проводника должна быть не менее половины площади сечения соответствующего защитного проводника.

8.2.1.5 Если используют систему питания типа *IT* и конструктивные части крана являются частью защитной заземляющей цепи, необходимо использовать устройство контроля токов утечки.

8.2.1.6 Проводящие конструктивные части оборудования, выполненные 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 крана к цепи защиты не требуется.

8.2.1.7 Открытые токопроводящие части оборудования, выполненные в соответствии с 6.3.2.3, к защитной цепи не подключают.

8.2.2 Провода защиты

8.2.2.1 Провода защиты следует маркировать в соответствии с 13.2.2.

8.2.2.2 Рекомендуется использовать провода с медными жилами. При использовании других проводов их электрическое сопротивление на единицу длины не должно превышать допустимое значение для медных проводов.

8.2.2.3 Поперечное сечение проводов защиты следует определять в соответствии с требованиями 543 ГОСТ Р 50571.5.54—2011 или 7.4.3.1.7 ГОСТ Р 51321.1—2007. При этом соотношение между поперечным сечением токоведущих проводов, соединенных с этой частью оборудования, и сечением соответствующего проводника цепи защиты должно соответствовать приведенным в таблице 3.

8.2.3 Непрерывность цепи защиты

8.2.3.1 Все открытые электропроводящие части должны быть соединены с цепью защиты в соответствии с 8.2.1, за исключением указанных в 8.2.5.

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

8.2.3.3 Точки соединений и заземления следует выполнять таким образом, чтобы их токопроводящие характеристики не ухудшались при механических, химических и электрохимических воздействиях. При использовании оболочек или проводов из алюминия или его сплава необходимо учитывать вероятность возникновения электрохимической коррозии.

8.2.3.4 Гибкие или жесткие металлические каналы и металлические оболочки кабелей не следует использовать в качестве самостоятельных проводников цепи защиты. Такие металлические каналы и оболочки (например, кабельная броня, стальная труба, свинцовая оболочка и т. д.) должны быть соединены с цепью защиты отдельными проводами.

8.2.3.5 Непрерывность цепи защиты должна быть обеспечена также для электрооборудования, которое монтируется на закрывающиеся крышки, двери и поворотные панели. Эта непрерывность должна достигаться только проводами защиты, которые соединены с оборудованием. Допустимо использовать крепления, петли или скользящие контакты, имеющие низкое сопротивление и защищенные от коррозии.

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

8.2.3.7 Требования к непрерывности защитного проводника с использованием троллеев, токопроводящих шин и контактных колец приведены в 12.7.2.

8.2.3.8 Крановые рельсы могут быть соединены с защитной цепью. Однако они не должны заменять защитный проводник (например, кабель, троллеи или токопроводящие шины) от источника питания крана.

8.2.3.9 Электрооборудование кранов, предназначенных для использования на различных объектах, должно соответствовать требованиям настоящего стандарта для всех предполагаемых систем заземления питания. При использовании с системами питания *IT* или *TT* защитная цепь крана должна быть соединена с системой заземления площадки на объекте.

8.2.4 Исключение коммутационных аппаратов из цепи защиты

Цепь защиты не должна содержать коммутационных аппаратов, устройств защиты от сверхтоков (например, выключателей, предохранителей), однако должна быть предусмотрена возможность установки средств разъединения.

Исключением из данного требования являются цепи для питания испытательного или измерительного оборудования, расположенные в закрытых оболочками зонах с электроаппаратурой, доступ к которой невозможен без использования ключа или инструмента, а также цепи, непрерывность которых зависит от применения съемных токовых коллекторов или разъемов. В последнем случае следует обеспечивать размыкание остальных контактов до размыкания контакта в цепи защиты. Это требование относится также и к разъемам заменяемых или выдвигаемых блоков.

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

Данное исключение распространяется на мелкие детали, такие как винты и заклепки, а также на сигнальные таблички и детали, расположенные внутри оболочки, независимо от их размера (например, электромагниты контакторов или реле, механические части устройств)

Примечание — Подробную информацию см. в 410.3.9 ГОСТ Р 50571.3—2009.

8.2.6 Присоединения проводов защиты

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

Каждую точку подключения провода защиты следует обозначать символом



или буквами *PE*, причем использование графического символа предпочтительнее. Возможно использование маркировки комбинацией цветов ЖЕЛТЫЙ и ЗЕЛЕНЫЙ или сочетанием всех вышеприведенных средств.

8.2.6.2 Если кран с собственным источником питания также можно подключить к внешнему источнику питания, клемма защитной цепи должна быть точкой подключения внешнего защитного проводника.

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

8.2.7.1 Если 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 из следующих условий для совмещения защитных цепей заземления:

а) защитный проводник должен быть частью силового кабеля или закрытой системы сборных шин и иметь по всей длине поперечное сечение не менее 1,5 мм^2 для медной жилы;

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

в) если защитный проводник имеет сечение меньше вышеуказанных сечений, должен быть проложен второй защитный проводник с не меньшим сечением между точками, до которых выполняются требования по сечению защитных проводников.

Примечание — Для обеспечения выполнения этого требования необходимо на электрооборудовании иметь отдельную клемму для второго защитного проводника;

г) должно быть предусмотрено автоматическое отключение питания при потере электропроводимости защитным проводником.

8.2.7.2 При дублировании проводников защиты следует учитывать требования 4.2.11 в части предотвращения нарушений, связанных с электромагнитными помехами. Кроме того, на клемме PE и, при необходимости, на монтажной панели электрооборудования должна быть установлена предупреждаю-

щая табличка. В соответствии с требованиями 17.2 пользователю должна быть предоставлена информация относительно токов утечки и минимального сечения внешнего защитного проводника.

8.3 Функциональное заземление

8.3.1 Применение функционального заземления позволяет минимизировать:

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

8.3.2 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).

8.3.3 Защита от последствий, связанных с нарушением изоляции, которые могут сказаться на управлении краном, достигается соединением обычным проводником в соответствии с 9.4.3.1 настоящего стандарта.

8.3.4 Рекомендации по устранению влияния электромагнитных помех на работу электрооборудования, чувствительного к ним, приведены в 4.2.11 настоящего стандарта.

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, установленных 8.2.7 настоящего стандарта.

9 Цепи и функции управления

9.1 Цепи управления

9.1.1 Питание цепи управления

9.1.1.1 При использовании питания крана от сети переменного тока для питания цепей управления обязательным является использование трансформаторов с раздельными обмотками. В случае применения нескольких трансформаторов следует соединять их таким образом, чтобы напряжения во вторичных обмотках совпадали по фазе.

9.1.1.2 Если цепи управления постоянного тока получают питание от сети переменного тока, имеющей соединение с цепью защиты, они должны питаться через отдельную обмотку трансформатора цепи управления переменного тока или через другой трансформатор цепи управления. В частности, этим требованиям отвечают коммутационные модули, монтируемые на трансформаторах с раздельными обмотками.

9.1.1.3 Трансформаторы не обязательны для кранов с одним пускателем двигателя и максимум двумя устройствами управления.

9.1.1.4 В целях испытания и/или технического обслуживания, краны с несколькими электрическими приводами движений должны включать в себя средства для запитывания цепи управления приводом без включения его цепи питания.

9.1.2 Напряжения в цепях управления

Необходимо, чтобы номинальные значения напряжения в цепях управления согласовывались с правильной их работой. При питании цепи управления от трансформатора номинальное напряжение не должно превышать 230 В.

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

Информация относительно особенностей управления, связанных с безопасностью, включая используемые программируемые электронные системы, приведена в ГОСТ ISO 12100, ГОСТ ISO 13849-1, ГОСТ Р 55743 и ГОСТ Р МЭК 62061, а также в 9.4 настоящего стандарта.

Примечание — 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.

9.2.2 Функции остановки

Имеются три категории функций остановки:

0 — остановка немедленным отключением питания исполнительных механизмов крана, т. е. неконтролируемая остановка;

1 — контролируемая остановка с сохранением подвода питания к исполнительным механизмам крана до самой остановки с последующим отключением подвода питания после того, как остановка осуществлена;

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

При использовании функции остановки как функции управления, связанной с безопасностью, должны быть предусмотрены меры по борьбе с недопустимыми отклонениями управления (например, с помощью систем привода, обеспечивающих соответствующие функции управления, связанные с безопасностью в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61800-5-2).

9.2.3 Режимы работы

9.2.3.1 Кран может иметь один или несколько рабочих режимов, которые определяются его типом или его 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).

9.2.3.2 Выбор рабочего режима не должен приводить к срабатыванию механизмов крана без воздействия крановщика (оператора).

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

9.2.4 Приостановка действия средств защиты

9.2.4.1 Если необходимо временно нейтрализовать действие средств защиты и/или мер безопасности, например для регулировки или обслуживания, следует обеспечивать безопасность с учетом предполагаемого неправильного использования в соответствии с требованиями ГОСТ ISO 12100.

9.2.4.2 Во время фактической приостановки функции безопасности или защитной меры защита должна обеспечиваться:

- нейтрализацией управления в других режимах работы,
- другими мерами, 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 и, если требуется, блокиратором работы с пульта. Если используется пульт дистанционного (беспроводного) управления, управление движением можно осуществлять только с этого пульта,
  - ограничением скорости движения или мощности, ограничением диапазона рабочих движений,
  - ограничением диапазона рабочих движений.

Дополнительные требования и ограничения для приостановления отдельных функций безопасности определены ГОСТ 32575.1, ГОСТ 32575.2, ГОСТ 32575.3, ГОСТ 32575.4 и ГОСТ 32575.5, а также ГОСТ 34465.1. Например, приостановка защиты от перегрузки может быть запрещена даже во время

установки, проверок и технического обслуживания при наличии проблемы устойчивости конкретного крана.

9.2.5 Процесс работы

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

9.2.5.2 При наличии на кране нескольких пультов управления следует принять меры по исключению подачи команд с разных пультов.

9.2.5.3 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.

9.2.5.4 Пусковые устройства должны соответствовать следующим требованиям:

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

9.2.5.5 Остановки категорий 0, 1 и/или 2 должны осуществляться в зависимости от оценки возможного риска и функциональных нарушений работы крана.

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

9.2.5.6 Функции остановки должны преобладать над функциями пуска. В случае необходимости может быть предусмотрено объединение устройств защиты и блокировки. При их применении может оказаться необходимой соответствующая сигнализация для системы управления. Отмена функции остановки не должна создавать опасных ситуаций.

9.2.5.7 Для движений, на которые могут влиять сила тяжести или другие внешние силы (например, давление ветра), обеспечение удержания движения при остановке не должно выполняться системой привода, а обеспечиваться средствами, не зависящими от источника питания (например, механическим тормозом).

9.2.5.8 Кран должен иметь функцию аварийного останова, которая должна останавливать движение приводов.

Примечание — Принципы проектирования устройств аварийного останова установлены ГОСТ Р 51336.

Аварийный останов может быть реализован как в категории 0, так и в категории 1. Выбор категории зависит от результатов анализа рисков. При этом функции аварийного останова должны удовлетворять следующим требованиям:

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

Функция аварийного останова может осуществляться посредством одного или нескольких отключающих устройств.

9.2.5.9 Функции аварийного управления (аварийного останова, аварийного отключения), в том числе инициируемые однократным действием оператора, перечислены в приложении Г.

9.2.5.10 Действие активированной функции аварийного останова или аварийного отключения должно поддерживаться до момента отмены. Отмена должна осуществляться исключительно ручным воздействием в том месте, где эта функция была инициирована. Отмена функции аварийного останова или аварийного отключения не должна вызывать самозапуск крана, а должна только разрешать подачу команды на пуск.

9.2.5.11 Должен быть исключен пуск крана, пока все команды на аварийный останов или аварийное отключение питания не будут отменены.

Примечание — Аварийный останов и аварийное отключение являются дополнительными защитными мерами по отношению к первичным средствам по снижению риска опасностей, таких как, например, захвата, зажатия, поражения электрическим током или ожога.

9.2.5.12 Общие требования к функционированию аварийного отключения установлены в 536.4 ГОСТ Р 50571.5.53—2013.

9.2.5.13 Аварийное отключение должно обеспечивать в том числе защиту от прямого контакта с токопроводящими элементами, установленными вне зоны досягаемости или за барьерами, а также защиту от других опасностей, связанных с электричеством.

9.2.5.14 Аварийное отключение является окончательным в реализации отключения приводов крана от внешней сети питания соответствующими электромеханическими устройствами в категории останова 0. Когда на кране не может быть реализована категория останова 0, может быть необходимым применение других видов защиты (например, от прямого контакта) таким образом, чтобы в аварийном отключении не было необходимости (например, в подаче постоянного питания могут нуждаться устройства удержания груза, такие как магниты и вакуумные захваты).

9.2.6 Функции управления

9.2.6.1 Управление, требующее удерживающего действия

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

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

9.2.6.2 Управление двумя руками

В соответствии с ГОСТ ИСО 13851 имеется три типа управления двумя руками, выбираемыми в зависимости от оценки рисков.

9.2.6.3 Включение управления

Включение управления осуществляется ручной деактивацией функции блокирования, которое разрешает работу крана при подаче дополнительной команды на пуск, и при отключении вызывает функции остановки движения категории 0 или 1 и запрещает включение крана в работу.

Управление разблокированием должно быть организовано таким образом, чтобы минимизировать возможность его обхода, например требованием по отключению разблокирования перед пуском крана в работу. Должна быть исключена возможность отмены функции управления разблокированием простыми средствами.

Выбор типа устройства управления включением должен осуществляться в соответствии с оценкой риска.

Примечание — Трехпозиционное устройство управления может иметь преимущество в случае возникновения судороги или паники у оператора.

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 Общие требования к пультам дистанционного управления установлены ГОСТ 34465.1.

Примечание — Некоторые из этих требований к дистанционному управлению могут быть применимы к функциям управления, использующим методы последовательной передачи данных, когда канал связи использует кабель (например, коаксиальный, витая пара, оптическое волокно).

9.2.7.2 Должно быть обеспечено легкое подключение или отключение сети питания пульта дистанционного управления.

9.2.7.3 Должны быть в наличии средства ограничения доступа к пульту дистанционного управления (ключ оператора, ключ-марка, код). Пульт дистанционного управления не должен передавать данные, когда включены устройства предотвращения несанкционированного использования.

9.2.7.4 Каждый пульт дистанционного управления должен иметь четкую индикацию о том, каким(ми) краном(ами) управляет данный пульт.

9.2.7.5 Должны быть предприняты все меры, чтобы управление обеспечивало:

- воздействие только на определенный кран.

Примечание — В предусмотренных случаях система дистанционного управления может быть применена для синхронного управления работой группы кранов;

- выполнение только определенных функций.

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

9.2.7.7 В систему дистанционного управления должно быть включено следующее:

- активация пульта дистанционного управления должна отображаться на пульте и не должна приводить к движению крана;
- приемник должен обеспечивать исполнение рабочих команд управления краном только при получении от пульта дистанционного управления данных, содержащих корректные адрес и команду;
- выключатель крана должен быть переведен в состояние «включено» и сбрасывать функцию останова, когда приемник получил от пульта дистанционного управления, по крайней мере, один правильный блок данных без каких-либо управляющих команд, кроме команды пуска;
- во избежание непреднамеренных движений после любой ситуации, вызвавшей остановку крана (например, сбой источника питания, замена батареи или состояние потери сигнала), приемник должен выдавать рабочие команды, приводящие к любому движению крана только после того, как оператор установил приводы пульта дистанционного управления в положение «выключено» (т. е. приемник получил по крайней мере один сигнал без каких-либо рабочих команд);
- при отключении выключателя крана должны предотвращаться все сигналы на выходе рабочих команд для движений крана.

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

9.2.7.8 Пульты дистанционного управления должны быть оснащены отдельными четко идентифицируемыми средствами реализации функции «Стоп» или функции отключения всех движений, ведущих к созданию опасной ситуации. При этом силовые приводы (органы управления) этими функциями не должны иметь обозначений функций систем аварийной остановки, однако через функцию «Стоп» на кране может быть реализована функция «Аварийный стоп».

9.2.7.9 Часть дистанционной системы управления для выполнения функции останова, связанная с безопасностью системы управления краном, должна быть сконструирована таким образом, чтобы неисправность в любой из частей (единичный отказ) не приводила к потере функции безопасности. Единичный отказ должен быть обнаружен при или перед следующим запросом функции безопасности.

9.2.7.10 Время отклика дистанционной системы управления не должно превышать 550 мс для команды останова. При этом кран с дистанционным пультом управления должен быть оборудован средствами автоматической остановки и предотвращения потенциально опасных операций в следующих случаях:

- если обнаружено нарушение в дистанционной системе управления;
- когда полезный сигнал не обнаружен в течение 0,5 с, кроме случаев, когда кран выполняет предварительно запрограммированное задание вне зоны действия дистанционного управления, где опасные ситуации принципиально не могут наступить. В отдельных случаях это значение может быть расширено максимум до 2 с, если при этом не возникают дополнительные риски.

9.2.7.11 Любой блок данных, требующий инициализации какого-либо движения, должен быть получен правильно до того, как система управления может инициализировать это движение. Каждый переданный блок данных должен включать необходимые состояния всех команд.

9.2.7.12 Система должна обеспечивать надежность передачи, равную расстоянию Хэмминга от общего количество битов в блоке данных, деленному на 20 и не менее четырех, или другими средствами, которые обеспечивают эквивалентный уровень надежности так, чтобы вероятность передачи ошибочного блока данных составляла менее10^{-8}.

Примечание — Рекомендуются методы обнаружения ошибок в соответствии с ГОСТ Р МЭК 870-5-1.

9.2.7.13 Если конструкцией крана предусмотрена возможность управления с нескольких дистанционных пультов, должны быть предприняты меры блокировки, чтобы имелась возможность управлять только с одного из пультов. Должна быть обеспечена индикация о том, какой пульт управления задействован в управлении краном.

9.2.7.14 Возможность переноса управления от одного передатчика к другому должна быть исключена, пока не будет передан сигнал остановки движений крана и первый передатчик не будет отключен. Активация другого передатчика должна требовать специального целенаправленного действия.

9.2.7.15 Должны быть предусмотрены средства для работы нескольких пар передатчик/приемник в диапазоне передачи без нежелательного мешающего воздействия друг на друга. Эти средства должны быть защищены от случайного или непреднамеренного изменения.

9.2.7.16 При использовании пультов дистанционного управления с автономным питанием от батарей колебание 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 пульт должен иметь возможность функционировать так долго, чтобы оператор имел время на вывод крана из неблагоприятных условий.

Примечание — Приемлемым обычно считается период времени 10 мин.

9.2.7.17 Когда напряжение батареи передатчика становится настолько низким, что надежная передача не может быть гарантирована, передатчик должен инициировать сигнал «СТОП» и не должен передавать далее блок данных до тех пор, пока напряжение питания не будет восстановлено.

9.3 Защита взаимной блокировкой

Требования безопасности функций управления взаимной блокировкой, в том числе осуществляемых с применением программируемых электронных систем, установлены ГОСТ ISO 12100, ГОСТ ISO 13849-1 и ГОСТ Р МЭК 62061.

Примечание — Требования к оборудованию, используемому для осуществления функций управления взаимной блокировкой, приведены в разделе 10 настоящего стандарта.

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 продолжения прерванного движения или работы крана, которые могли бы создать опасную ситуацию.

Примечание — Требования по взаимной блокировке ограждений с функциями пуска (управляемое ограждение) установлены ГОСТ ISO 12100.

9.3.2 Ограничение рабочих движений

Требования по установке ограничителей рабочих движений установлены ГОСТ 32575.1, ГОСТ 32575.2, ГОСТ 32575.3, ГОСТ 32575.4 и ГОСТ 32575.5.

После того, как ограничивающее устройство инициировало остановку движения управляемого оператором крана, повторный пуск допустим только в обратном направлении.

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, систем смазки или охлаждения) может привести к возникновению опасных ситуаций, повреждению крана или груза, необходимо предусмотреть установку устройства блокировки.

9.3.4 Взаимные блокировки между различными операциями и противоположными движениями

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

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

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

9.3.4.4 В случаях, когда при подключенном питании привода из-за неисправности механического тормоза возникает опасное состояние неуправляемого движения, при наличии конструктивной возможности взаимная блокировка должна отключать питание привода.

9.3.5 Торможение реверсированием тока (противовключением)

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 крана или груза. Для этих целей не допускается применение устройства, действие которого основано исключительно только на временных уставках.

9.4 Функции управления при наступлении отказа

9.4.1 Общие требования

9.4.1.1 Если отказы или нарушения в работе электрооборудования могут создавать опасную ситуацию, наносить ущерб крану или грузу, 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.

9.4.1.2 Цепи управления должны соответствовать уровню безопасности, определяемому по результатам оценки рисков на кране. При этом следует руководствоваться требованиями ГОСТ Р МЭК 62061 и/или ГОСТ ISO 13849-1.

9.4.1.3 Меры по снижению опасности включают в себя следующие, но не ограничиваются ими:

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

Если сохранение данных в устройстве памяти зависит, например, от состояния питающих батарей, должны быть предприняты меры по исключению опасных ситуаций при нарушении контакта или замене батарей.

Должны быть предприняты меры по исключению несанкционированного или случайного допуска к внесению изменений в устройство памяти, например, использованием кодов допуска, ключей или инструмента.

Как правило, должны рассматриваться только единичные отказы. В условиях высоких рисков, для обеспечения гарантии того, что несколько отказов не могут привести к опасной ситуации могут рассматриваться сочетания нескольких одновременных отказов.

9.4.2 Меры по снижению рисков в случае отказа

9.4.2.1 Использование испытанных схем и компонентов включает в себя (но этим не ограничивается):

- подключение цепей управления к защитным заземляющим цепям в целях обеспечения работоспособности;
- подключение устройств управления в соответствии с 9.4.3;
- остановку отключением энергии в соответствующей цепи;
- отключение всех токоведущих проводников в цепях управления;
- использование коммутационных аппаратов прямого размыкания (см. ГОСТ IEC 60947-5-1);
- принятие конструктивных решений для уменьшения возможности отказа, вызывающего нежелательные действия;
- использование компонентов (например, программируемых электронных систем управления) с проверенным уровнем производительности (см. ГОСТ ISO 13849-1) или уровнем полной безопасности (см. ГОСТ Р МЭК 62061);
- использование для управления функциями крана, связанными с безопасностью, релейно-контакторных устройств с их дублированием электронными системами (при управлении краном с помощью программируемых электронных систем).

9.4.2.2 Использованием частичного или полного резервирования можно свести к минимуму вероятность того, что единичный отказ электрической цепи приведет к опасной ситуации. Резервирование может быть осуществлено при нормальной работе (резервирование в режиме онлайн) или реализовано в виде специальных цепей, которые принимают на себя функцию защиты только в случае отказа нормальной рабочей функции (автономное резервирование).

Когда используют автономное резервирование, не активное при нормальной работе, необходимо принять соответствующие меры для обеспечения постоянной готовности резервных цепей управления.

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

- использованием комбинации замыкающих и размыкающих контактов управления для блокировки с ограждениями;
- использованием в цепях управления компонентов различных типов;
- сочетанием в конфигурациях резервирования электронных и электромеханических устройств;
- комбинацией электрических и неэлектрических систем (например, гидравлических, механических, пневматических).

9.4.2.4 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.

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

Замыкания на землю любой цепи управления не должны вызывать никаких непреднамеренных пусков, потенциально опасных движений или препятствовать остановке крана.

Этим требованиям отвечают приведенные ниже методы защиты.

9.4.3.1 Для цепей управления, питающихся от трансформатора, применяют метод защиты *А*:

а) 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 клеммой обмотки управления или управляемым элементом. Другую клемму обмотки или элемента (предпочтительно имеющие одинаковую маркировку) следует соединить непосредственно с проводником цепи управления, не содержащим размыкающих элементов (см. рисунок 4);

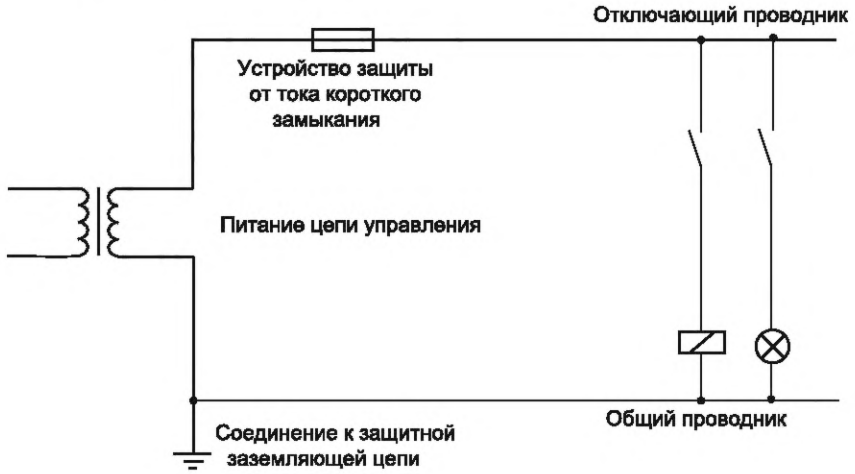


Рисунок 4 — Защита от ошибочных коммутационных операций из-за замыканий на землю

Примечание — 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.

б) Питающиеся от трансформатора цепи управления в соответствии с изображением на рисунке 4, 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.

Примечание — Индикация повреждения изоляции может быть использована вместо прерывания для приведения подъемного механизма в безопасное состояние.

9.4.3.2 Цепи управления, подключенные к трансформатору управления с выведенной средней точкой обмотки, соединенной с защитными заземляющими цепями согласно рисунку 5, оборудуют защитными устройствами, имеющими отключающие элементы во всех питающих цепи управления проводах (метод защиты *B*).

Примечание — При замыкании на землю в цепях, питающихся по представленной на рисунке 5 схеме, на обмотках реле может оставаться до 50 % напряжения питания. В результате удержания реле появляется вероятность невозможности останова крана. В этом случае необходимо отключить обмотки или устройства с двух сторон. В случае выявления единичного замыкания на землю выключателем для защиты от сверхтоков достаточно отключить обмотки и устройства с одной сторон.

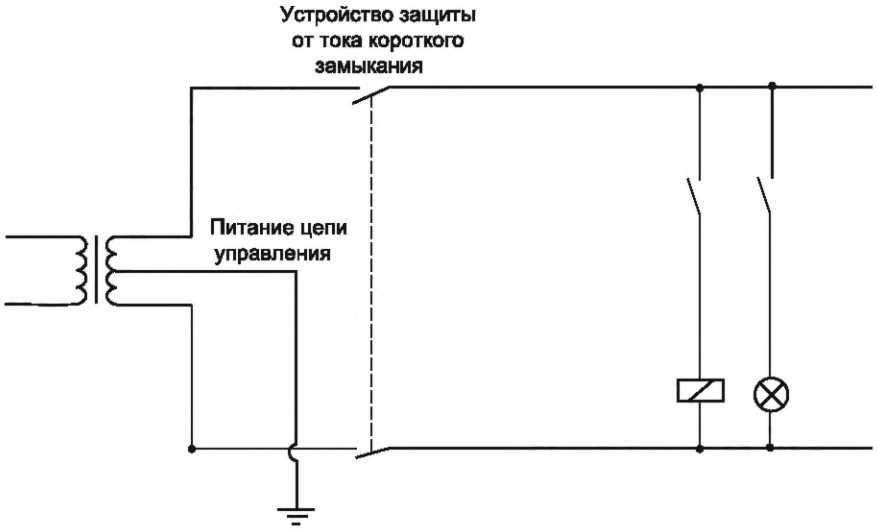


Рисунок 5 — Защита от ошибочных коммутационных операций из-за замыканий на землю для цепей управления, подключенных к трансформатору управления с выведенной средней точкой обмотки

9.4.3.3 Если цепи управления не питаются от трансформатора и включены непосредственно между фазными проводами сети питания, из которых один заземлен, в функции «ПУСК» и «СТОП» следует применять многополюсные управляющие выключатели, которые прерывают все токопроводящие проводники. Если такие цепи включены непосредственно между фазными проводами или фазным проводом и нейтральным проводом, который не заземлен либо заземлен через высокое сопротивление, должно быть предусмотрено устройство, обеспечивающее автоматическое отключение всех токопроводящих проводников при замыкании на землю (метод защиты *C*).

9.4.3.4 Для защиты от ошибочных коммутационных действий при прерывании напряжения необходимо применять требования 7.5. При этом при использовании в системе управления запоминающего устройства должна быть обеспечена его нормальная работа в случае нарушения питания, если потеря информации в памяти устройства может повлечь за собой создание опасной ситуации.

9.4.3.5 Если нарушение непрерывности в цепи управления зависит от состояния скользящего контакта и может повлиять на возникновение опасной ситуации, следует предпринять соответствующие меры (например, дублирование таких контактов).

9.4.4 Защита от неправильной работы системы управления движением

В системе управления движением электродвигателя(ей) недопустимые отклонения управления, которые могут вызвать опасные условия, должны определяться автоматически, отключение двигателя(ей) должно осуществляться остановом категории 0 и должно применяться механическое торможение.

В гидравлическом или пневматическом приводе, использующем преобразователь энергии, движение должно быть остановлено при нарушении электрического питания преобразователя энергии.

Запуск любой внутренней защитной функции какого-либо элемента системы управления движением (например, защита от перенапряжения или чрезмерного тока регулируемых приводов, которые предназначены для защиты самого устройства) не должен приводить ни к нарушению управления движением, ни к неуправляемым движениям.

10 Пульты управления и устройства управления, установленные на кране

Настоящий раздел содержит требования к пультам и устройствам управления, расположенным с внешней стороны или частично выступающим наружу из оболочек, защищающих их от внешних воздействий.

10.1 Общие требования к устройству управления

10.1.1 Возможные случайные воздействия на пульты и устройства управления должны быть минимизированы за счет размещения, удобной конструкции, обеспечения соответствующих мер защиты. Особое внимание следует уделять выбору, расположению, программированию и использованию устройств ввода данных для управления опасными операциями, таких как сенсорные экраны и клавиатуры (ГОСТ IEC 60447).

Ручные устройства с прямым управлением разрешается использовать только для кранов, работающих на номинальных значениях напряжения, не превышающего 500 В переменного тока, и мощности не более 7,5 кВт. Они должны быть защищены от косвенного контакта в соответствии с 6.3.2.2 (см. также 9.1.1).

10.2 Размещение и монтаж

10.2.1 По мере возможности устройства управления, установленные на кране, должны быть:

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

10.2.2 Силовые приводы устройств управления, приводимых в действие вручную, 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.

10.2.3 Силовые приводы 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.

10.2.4 Требования к расположению и характеристикам органов управления кранов установлены ГОСТ 34465.1, ГОСТ 34465.2, ГОСТ 34465.3, ГОСТ 34465.4 и ГОСТ ИСО 7752-5.

10.3 Защита от внешних воздействий

Степень защиты (ГОСТ 14254) вместе с другими соответствующими мерами должна обеспечивать защиту от:

- воздействия агрессивных жидкостей, паров или газов, образующихся в физической среде, окружающей кран, или используемых в нем;
- проникновения посторонних загрязнений.

Кроме вышеуказанных мер, приборы в устройствах управления должны обладать минимальной защитой против прямого контакта степени IPXXD (ГОСТ 14254).

10.4 Переносные и подвесные пульты управления

10.4.1 Переносные и подвесные пульты управления и их устройства управления должны быть подобраны и расположены так, чтобы уменьшить возможность непредумышленного управления краном в случае удара или вибрации.

10.4.2 Переносные пульты управления должны:

- быть снабжены средствами для уменьшения вероятности случайного падения, например ремнем или шейным ремнем;
- пройти испытания на свободное падение (испытание Ed) по ГОСТ 28218 и на удар (испытание Ea) по ГОСТ 28213 без видимых повреждений или последующей неправильной работы.

10.5 Кнопочные выключатели

10.5.1 Цвета кнопочных выключателей приводов должны соответствовать цветовому коду, приведенному в таблице 4.

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

10.5.3 КРАСНЫЙ цвет следует использовать для приводов аварийной остановки и приводов отключения в аварийной ситуации.

10.5.4 Для силовых приводов «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 приводов аварийными устройствами.

10.5.5 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.

Таблица 4 — Коды 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.
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	—
ГОЛУБОЙ	Обязательный	Действие в случае ситуаций, требующих обязательного вмешательства	Функция повторного включения (сброса)
БЕЛЫЙ			ПУСК/ВКЛЮЧЕНИЕ (предпочтительно), ОСТАНОВКА/ОТКЛЮЧЕНО
СЕРЫЙ	Характерных предписаний значений нет	Для инициации 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).

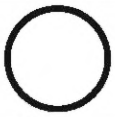
10.5.6 БЕЛЫЙ, СЕРЫЙ или ЧЕРНЫЙ цвета предпочтительны для кнопок, реализующих управление при постоянном воздействии на них (удержании) и отменяющих управление при их отпускании, например в толчковом режиме. Для этой цели не следует использовать КРАСНЫЙ, ЖЕЛТЫЙ или ЗЕЛЕНЫЙ цвета.

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

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

10.5.9 Кнопочные выключатели рекомендуется маркировать символами в соответствии с таблицей 5 либо рядом, либо (что предпочтительнее) непосредственно на кнопочных выключателях.

Таблица 5 — Символы для маркировки кнопочных выключателей

ПУСК/ ВКЛЮЧЕНО	ОСТАНОВКА/ ВКЛЮЧЕНО	Кнопка, вызывающая поочередно пуск и остановку или ВКЛЮЧЕНО и ОТКЛЮЧЕНО	Кнопка, вызывающая движение при нажатии и останов при отпускании (самовозвратная кнопка)
			

10.6 Световые индикаторы и сигнальные дисплеи

10.6.1 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, ГОЛУБОЙ и ЗЕЛЕНЫЙ цвета;
- 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.

10.6.2 Индикаторные лампы и экраны необходимо размещать таким образом, чтобы они были хорошо видны при управлении машиной.

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

10.7 Цвета

10.7.1 Если между изготовителем и пользователем нет особых соглашений, прозрачные колпачки световых сигнальных индикаторов и ламп должны соответствовать цветам, приведенным в таблице 6.

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

Таблица 6 — Цвета сигнальных световых индикаторов (ламп) и их значение в зависимости от режима работы (состояния) крана

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

10.8 Силовые приводы с кнопочными выключателями с подсветкой должны быть окрашены в соответствии с требованиями таблиц 4 и 6. Если имеются трудности с определением надлежащего цвета, следует использовать БЕЛЫЙ цвет. КРАСНЫЙ цвет силового привода аварийной остановкой не должен зависеть от цвета свечения его лампы.

10.9 Устройства с поворотным управлением (такие как потенциометры и переключатели) должны быть установлены таким образом, чтобы исключить поворот их неподвижной части. Использование только трения (например, при закреплении гайкой) не допускается.

10.10 Органы управления, используемые для выполнения функции пуска или приведения в движение элементов крана, следует конструировать и устанавливать таким образом, чтобы уменьшить опасность непреднамеренного срабатывания.

10.11 Устройства аварийной остановки

10.11.1 Устройства аварийной остановки должны устанавливаться на каждом пульте управления и в других местах управления, откуда может инициироваться аварийная остановка.

10.11.2 Стационарные (несъемные) устройства аварийного останова должны быть активны все время, в том числе, когда соответствующий пульт управления не активен.

10.11.3 Для съемных устройств аварийного останова (например пультов управления в качестве резервных устройств с комбинацией из розеточно-вилочных частей разъемов) должны быть предусмотрены средства, чтобы избежать путаницы относительно того, активно или нет устройство аварийной остановки (например, информация об использовании, закрытие на замок неактивного пульта управления).

10.11.4 При необходимости устройства аварийной остановки также должны быть расположены за пределами крана.

10.11.5 Устройствами аварийной остановки могут быть:

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

Эти устройства при непосредственном воздействии на силовой привод должны обеспечивать прямое размыкание электрической цепи (приложение К ГОСТ IEC 60947-5-1—2014).

10.11.6 Силовые приводы устройствами аварийного останова должны быть окрашены в КРАСНЫЙ цвет. Если непосредственно вокруг силового привода находится поверхность, то эта поверхность должна быть ЖЕЛТОГО цвета.

10.11.7 Местное управление выключателем питания крана и разъединителем крана для аварийного отключения может быть использовано для выполнения функций аварийной остановки в случаях, когда оно легко доступно оператору и относится к типам, описанным в 5.3.2, а), г).

Если имеется в виду его такое использование, устройство отключения питания должно удовлетворять требованиям по окраске, изложенным в 10.11.6.

Примечание — Это устройство, как правило, не располагают на пульте управления и, следовательно, оно не может быть использовано в качестве единственного устройства аварийной остановки.

10.12 Устройства аварийного отключения

10.12.1 Размещение устройств аварийного отключения

10.12.1.1 Устройство должно приводиться в действие либо непосредственно, либо дистанционно, с легко- и быстродоступного места вблизи крана. Согласно оценке рисков обеспечение устройствами аварийного отключения также может быть необходимым для других мест, в которых находятся провода под напряжением при нормальной эксплуатации.

10.12.1.2 Обычно такие устройства размещают отдельно от пульта управления оператора. Однако если на пульте управления необходимо разместить устройство аварийного останова и устройство аварийного отключения, 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 устройства аварийного отключения.

10.12.2 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 прямым размыканием (приложение К ГОСТ IEC 60947-5-1—2014).

Кнопочные выключатели допускается размещать в разрушаемой стеклянной оболочке.

10.12.3 Силовые приводы устройств аварийного отключения должны быть окрашены в КРАСНЫЙ цвет. Если есть поверхность непосредственно вокруг силового привода, то она должна быть ЖЕЛТОГО цвета.

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

10.12.4 Если выключатель питания крана или разъединитель крана должны приводиться в действие на месте для аварийного отключения, они должны быть легко доступны и соответствовать требованиям по цветовому обозначению.

Разъединитель крана должен иметь достаточную отключающую способность, если он используется для аварийного отключения.

11 Аппараты управления. Размещение, монтаж и защитные оболочки

11.1 Общие требования

Все аппараты управления должны быть размещены и установлены таким образом, чтобы были обеспечены:

- легкий доступ и обслуживание;
- защита от внешних воздействий или воздействий условий, для работы в которых они предназначены;
- работа и обслуживание крана и связанного с ним оборудования.

11.2 Размещение и монтаж

11.2.1 Доступ и обслуживание

11.2.1.2 Все элементы аппаратуры управления должны быть установлены и ориентированы таким образом, чтобы их можно было идентифицировать без их перемещения или снятия проводки. Расположение элементов, которые требуют контроля для правильной работы или которые могут быть заменены, должно позволять проведение необходимых операций без демонтажа другого оборудования или деталей крана (за исключением открытия дверей, снятия крышки или ограждений). Клеммы, не являющиеся частью аппаратуры управления, должны отвечать этим требованиям.

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

11.2.1.4 На дверцах и съемных крышках, 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).

11.2.1.5 Комбинации из розеточных и вилочных частей разъемов, которыми управляют 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;
- соответствующим образом изолированы;
- расположены таким образом, чтобы обеспечить удобное подключение контрольно-измерительного оборудования.

11.2.2 Физическое разделение или группирование

11.2.2.1 Неэлектрические детали и устройства, непосредственно не относящиеся к электрическому оборудованию, не должны быть размещены внутри оболочек, содержащих аппаратуру управления. Устройства, подобные электромагнитным клапанам, 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.

11.2.2.2 Клеммы следует разделять по группам для соединения:

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

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

11.2.2.4 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

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

11.2.3.2 Доступные части электрооборудования должны отвечать соответствующим температурным пределам, указанным в таблице 42А ГОСТ Р 50571.4.42—2017. Все части, которые могут достичь температуры, превышающей эти пределы, должны быть защищены таким образом, чтобы предотвратить случайный контакт, или должны быть маркированы в соответствии с 16.2.2.

11.2.3.3 Необходимо следить за тем, чтобы не допускать чрезмерного нагрева окружающей среды от элементов крана (например, тормозные резисторы приводов с регулируемой скоростью могут вызвать опасность возгорания в пыльной среде).

11.3 Степени защиты

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

Примечание — Степень защиты от проникновения влаги определена ГОСТ 14254. Для других жидкостей может оказаться необходимо применение дополнительных защитных мер. Защитные оболочки аппаратуры управления должны обеспечивать степень защиты не менее чем IP2X по ГОСТ 14254.

Исключения составляют случаи, когда электрическая рабочая зона используется в качестве защитного ограждения для соответствующей степени защиты от проникновения твердых тел и жидкостей или если используются подвижные коллекторы проволочного типа или щеточные токосъемники и условия соответствия IP2X не обеспечены. В этом случае следует применять меры, предусмотренные в 6.2.5.

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

- IP10 — вентилируемые, содержащие только пусковые сопротивления 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

11.4.1 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.

11.4.2 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).

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

11.4.4 Уплотнители и сальники в соединениях дверей, крышек и оболочки должны выдерживать химическое воздействие жидкостей, паров или агрессивных газов, которые используются в среде, окружающей кран. Средства, используемые для сохранения степени защиты оболочки на дверях, крышках и кожухах, которые необходимо открывать или снимать для работы или обслуживания, должны:

- обеспечивать надежное соединение дверец/крышек и оболочек;
- не должны повреждать оболочки при снятии и замене дверцы или крышки и тем самым ухудшать степень защиты.

11.4.5 Все устроенные в оболочках отверстия (например, для доступа к кабелю), включая направленные к полу и основанию или другим частям крана, 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 оболочек могут быть предусмотрены отверстия для удаления водяного конденсата.

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

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

11.4.8 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 оболочку, которая 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;
- 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.

11.5 Доступ к аппаратуре распределения и управления

Примечание — Все размеры приведены в свету.

11.5.1 Размеры проходов для эксплуатации и технического обслуживания перед и между аппаратурой распределения и управления должны быть достаточными для безопасной эксплуатации и обслуживания электрооборудования. Минимальные размеры определены в 11.5.2 и 11.5.3. Общие требования к средствам доступа, ограждения и защиты кранов установлены ГОСТ 32576.1, а для конкретных типов кранов — ГОСТ 32576.2, ГОСТ 32576.3, ГОСТ 32576.4 и ГОСТ 32576.5.

В зависимости от оценки рисков ограждения, содержащие только клеммы и другие элементы, которые требуют минимального обслуживания (например, резисторы) не должны соответствовать настоящему подпункту.

11.5.2 Доступ к проходам для техобслуживания

11.5.2.1 Проходы для эксплуатации и технического обслуживания длиной 20 м и более должны быть доступны с обоих концов. Рекомендуется, чтобы доступ для проходов менее 20 м, но более 6 м, обеспечивался с обоих концов.

11.5.2.2 Дверцы в проходах для получения доступа к электрооборудованию, которые легко позволяют войти человеку, должны:

- быть шириной не менее 0,7 м и высотой не менее 2.0 м;
- открываться наружу;
- иметь средство (например, аварийные болты) для экстренного открытия изнутри без ключа и инструмента;
- иметь достаточный зазор для открывания в полном объеме.

11.5.3 Проходы перед аппаратурой распределения и управления

11.5.3.1 Габаритная ширина проходов перед оболочками аппаратуры распределения и управления должна быть не менее 0,6 м, а для открывания дверей оболочки (корпуса) для прохождения — не менее 0,4 м, измеренная с максимальным углом открывания двери.

11.5.3.2 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.

11.5.3.3 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.

11.5.3.4 Если размеры проходов и/или дверей должны быть локально уменьшены, например в диафрагмах, необходимых для придания жесткости коробчатых балок, высота прохода может быть уменьшена не более чем до 1,4 м и/или габаритная ширина — не менее чем до 0,6 м в этих местах.

Примечание — Если меры, предусмотренные для защиты от случайного контакта с токоведущими частями вдоль прохода, не являются достаточными, могут потребоваться дополнительные защитные меры (см. [1]).

12 Провода и кабели

12.1 Общие требования

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

Примечание — Эти требования не распространяются на встроенную электропроводку узлов, подсистем и устройств, которые изготовляют и испытывают согласно соответствующим стандартам (например, ГОСТ Р 51321.1).

12.1.2 Если кабели установлены на кранах, используемых на открытом воздухе (например, на улице или вне других защитных сооружений), они должны быть пригодны для использования на открытом воздухе (например, быть устойчивыми к ультрафиолетовому излучению, соответствующему диапазону температур), или быть соответствующим образом защищенными.

12.2 Провода

12.2.1 Как правило, жилы проводов должны быть медными. Если применяют алюминиевые жилы, поперечное сечение их не должно быть менее 16 мм^2.

12.2.2 Для соответствия механическим нагрузкам поперечные сечения токопроводящих жил не должны быть менее приведенных в таблице 7. Допускается применение проводов с жилами меньшего сечения или иной конструкции, чем приведенные в таблице 8, если при этом будет обеспечено надлежащее качество их функционирования.

12.2.3 Провода классов 1 и 2 преимущественно используются между неподвижными частями. Они также могут использоваться, когда происходит минимальное сгибание при условии, что площадь поперечного сечения жилы провода менее 0,5 мм^2.

Таблица 7 — 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
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. примечание к 12.1.1).						

Примечание — Классификация проводов приведена в таблице 8.

12.2.4 Все провода, подверженные частым перемещениям (например, одно перемещение в час работы крана), должны иметь гибкую жилу 5 или 6 класса.

Таблица 8 — Классификация проводов по типу жил

Класс	Описание	Использование/применение
1	Медные и алюминиевые провода с однопроволочными и многопроволочными (для больших сечений) жилами	Стационарное оборудование
2	Медные или алюминиевые провода с многопроволочными жилами	
5	Гибкие многожильные медные провода	Установки с наличием вибрации, соединение с подвижными частями Для частых движений
6	Гибкие многожильные медные провода с гибкостью более чем провода класса 5	
Примечание — Классы жил проводов по ГОСТ 22483.		

12.3 Изоляция проводов

12.3.1 Материалом изоляции проводов могут быть, например:
- поливинилхлорид (ПВХ);
- полиуретан и композиции на его основе;
- натуральная или синтетическая резина;
- кремнийорганическая резина;
- стекло (стеклоткань или стеклонити) в комбинации с другими материалами;
- полиэтилен;
- этиленпропиленовая резиновая смесь.

12.3.2 В случаях, когда применение изолированных проводов и кабелей (например, с ПВХ-изоляцией) может представлять опасность распространения огня или образования токсичного или коррозийного дыма, рекомендуется обратиться за консультацией к изготовителю кабеля или провода.

12.3.3 Электрическая прочность изоляции должна быть достаточной, чтобы выдерживать требуемое испытательное напряжение не менее чем 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, или не менее чем 500 В при переменном токе в течение 5 мин для цепей БСНН [см. ГОСТ Р 50571.3—2009 (оборудование класса III)].

12.3.4 Механическая прочность и толщина изоляционного материала должны быть такими, чтобы минимизировать возможность повреждения изоляции при эксплуатации или в ходе монтажа проводки, в частности, при протягивании кабелей через каналы.

Примечание — Воздействия напряжения и тока следует принимать во внимание при выборе кабелей. Например, приводы с регулируемой скоростью могут вызвать дополнительные нагрузки в кабеле питания двигателя.

12.4 Максимально допустимый ток при нормальной работе

12.4.1 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.

12.4.2 В таблице 9 приведены типовые примеры по максимально допустимым токам для медных проводов и кабелей с изоляцией из поливинилхлорида, прокладываемых между оболочкой и отдельными частями оборудования для установившегося режима, при температуре окружающего воздуха 40 °С для различных способов прокладки (см. приложение В).

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. Если такая информация недоступна, могут быть использованы критерии, представленные в приложении Д.

12.5 Падение напряжения

Падение напряжения на участке от устройства отключения питания на двигатели или, в случае двигателя, приводимого в действие полупроводниковым конвертером, до линейной стороны преобразователя, не должно превышать 5 % номинального значения при нормальных условиях эксплуатации. Для выполнения этого требования может оказаться необходимым использовать проводники большего сечения, чем приведенные в таблице 9.

Примечание — Если дополнительная информация недоступна, падение напряжения может быть рассчитано с помощью пускового тока привода наибольшей мощности в сочетании с номинальным током следующего по величине мощности привода. Если к общему источнику питания подключено несколько кранов, можно использовать признанный коэффициент одновременности.

Таблица 9 — Примеры 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. В.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
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
4	24	23	28	30
6	31	30	36	37
10	44	40	50	52
16	59	54	66	70

Окончание таблицы 9

Площадь поперечного сечения, мм^2	Способ прокладки (см. В.1.2)			
	B1	B2	C	E
	Максимально допустимый ток I_z для трехфазных цепей, А			
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 7 на:
- симметричные трехфазные цепи с площадью поперечного сечения не менее 0,75 мм^2 и выше;
- одну пару цепи управления с площадью поперечного сечения от 0,2 мм^2 до 0,75 мм^2.

При большой загруженности кабелей/пар значения, приведенные в таблице, уменьшают в соответствии с таблицами В.2 или В.3.

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

Примечание 3 — Эти значения не применяются для гибких кабелей, намотанных на барабаны.

Примечание 4 — Максимально допустимые значения токов для других кабелей — в соответствии с ГОСТ Р 50571.5.52.

12.6 Гибкие кабели

12.6.1 Гибкие кабели должны иметь провода с жилами 5-го или 6-го класса.

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

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

12.6.2 Размещение проводки по крану должно обеспечивать минимальное растяжение проводников в процессе эксплуатации. Для медных проводников напряжения растяжения не должны превышать 15 Н/мм^2. Если по условиям эксплуатации 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 не медного кабеля должно быть согласовано с его изготовителем.

12.6.2.1 На растягивающие напряжения в кабеле оказывают влияние:
- 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

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

12.6.3.2 Для круглого кабеля, наматываемого на барабаны, максимальная токовая нагрузка на открытом воздухе должна быть снижена в соответствии с указаниями таблицы 10.

Примечание — Допустимая токовая нагрузка для кабеля на открытом воздухе определяется техническими условиями изготовителя.

Таблица 10 — Понижающие коэффициенты для кабелей, наматываемых на барабаны

Тип барабана по ГОСТ Р 50020.3 (МЭК 621-3-79)	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	–	–	–	–

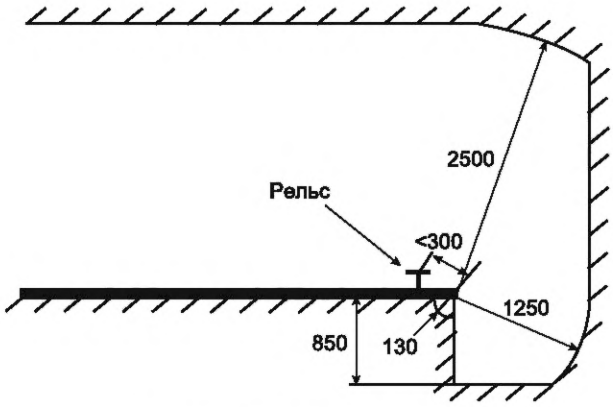
12.7 Токопроводящие жилы, токопроводящие шины и контактные кольца

12.7.1 Троллеи, токопроводящие шины и контактные кольца следует устанавливать или ограждать таким образом, чтобы при нормальном доступе к крану, например через проходы вдоль рельсового пути крана или вдоль крановой балки, можно было обеспечить защиту от прямого контакта:

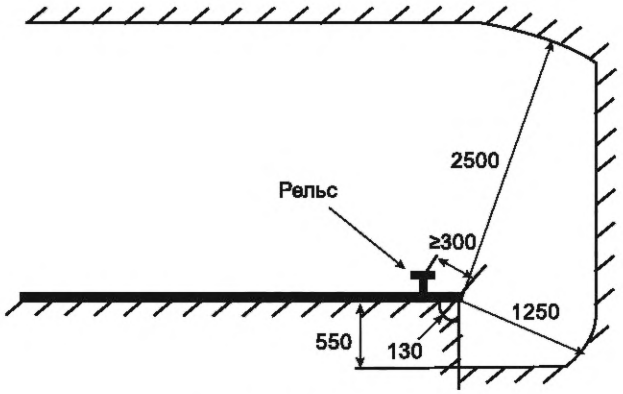
- частичной изоляцией токоведущих частей, что является предпочтительной мерой;
- установкой оболочек или ограждений со степенью защиты не ниже IPXXB или IP2X (см. А.2 ГОСТ Р 50571.3—2009).

12.7.1.1 Верхние, легкодоступные горизонтальные поверхности ограждений и оболочек должны иметь степень защиты не ниже IPXXD или IP4X.

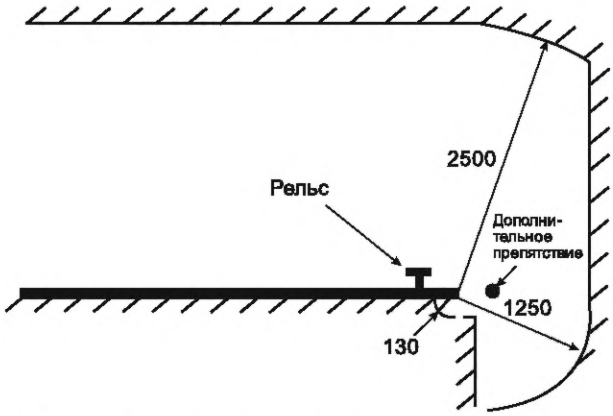
Если таким образом невозможно обеспечить требуемую степень защиты, необходимо разместить токоведущие части вне зоны досягаемости (см. В.3 ГОСТ Р 50571.3—2009) в сочетании с установкой выключателя аварийного отключения в соответствии с 9.2.5 или там, где это также не осуществимо, обеспечить защиту в соответствии с пределами досягаемости (см. ГОСТ Р 51334), которые показаны на рисунке 6. Эту меру следует применять на участках, доступ к которым имеют только квалифицированные или обученные работники, или где имеются особые условия (например, зона высоких температур на сталелитейных заводах или на химических предприятиях).



а) Случай, когда расстояние от оси рельса крана до края балки составляет менее 300 мм



б) Случай, когда расстояние от оси рельса крана до края балки составляет не менее 300 мм



в) Случай использования дополнительных ограждений

Рисунок 6 — Пределы досягаемости вытянутой руки

Примечание — Примерами ограждений незащищенных токопроводящих жил, токопроводящих шин и контактных колец являются перила, сетчатые экраны.

12.7.1.2 Токопроводящие жилы, токопроводящие шины и контактные кольца должны быть расположены или защищены таким образом, чтобы предотвратить:

- преднамеренный контакт с токопроводящими частями тросов в вытяжных выключателях натяжных устройств и приводных цепях механизмов;

- повреждения от колебаний нагрузки.

В местах, где обеспечиваемая защита токопроводящих жил и токопроводящих шин не эффективна (например, в местах у токосъемников крана), должны быть предусмотрены дополнительные средства (например, дополнительные ограждения).

12.7.1.3 Если цепи различных разъединителей крана проходят рядом с токопроводящими жилами, токопроводящими шинами и контактными кольцами, то каждая подсхема должна быть защищена от прямого контакта со степенью защиты не менее IP2X или IPXXB (см. ГОСТ 14254).

12.7.2 Токопроводящие жилы, токопроводящие шины и контактные кольца, являющиеся частью цепи защиты, не должны находиться под напряжением при нормальной работе, поэтому для защитного проводника (*PE*) и нейтрального проводника (*N*) должен использоваться отдельный проводник, токопроводящая шина или контактное кольцо. Непрерывность цепи защитного проводника с использованием скользящих контактов должна быть обеспечена принятием соответствующих мер (например, дублирование токосъемника, контроль непрерывности).

12.7.3 Токосъемники с защитным проводником должны иметь скользящие контакты и такую конфигурацию, чтобы они не были взаимозаменяемы с другими токосъемниками.

12.7.4 Съемные токосъемники, выполняющие функцию разъединителя, должны быть спроектированы так, чтобы цепь защитного проводника прерывалась только после отключения токоведущих проводов, а непрерывность цепи защитного проводника восстанавливалась до повторного подключения любого токоведущего проводника.

12.7.5 Воздушные зазоры между соответствующими проводниками и между смежными системами, проводниками, токопроводящими шинами, узлами контактных колец и их токоприемниками должны соответствовать по крайней мере номинальному импульсному напряжению категории перенапряжения III в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60664.1.

12.7.6 Расстояния утечки между соответствующими проводниками и между смежными системами проводов, токопроводящих шин и узлов контактных колец, а также их токоприемниками должны быть пригодны для работы в предполагаемой внешней окружающей среде, например на открытом воздухе (см. 2.5 ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012).

Примечание — Оборудование, предназначенное для работы в условиях со степенью загрязненности 3, подходит для большинства применений.

12.7.6.1 Для сред с аномально повышенной загрязненностью, влажностью или агрессивностью в части путей утечки установлены следующие требования:

- незащищенные токопроводящие жилы, токопроводящие шины и контактные кольца, не имеющие защиты, должны быть снабжены изоляторами с минимальными путями утечки 60 мм;

- закрытые токопроводящие жилы, изолированные многополюсные токопроводящие шины и изолированные отдельные токопроводящие шины должны иметь минимальное расстояние 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 Если токопроводящие провода или токопроводящие шины расположены так, чтобы их можно было разделить на изолированные секции, должны быть приняты соответствующие конструктивные меры для предотвращения подачи питания на соседние секции через токосъемники.

12.7.8 Конструкция и монтаж токопроводящих жил, систем токопроводящих шин и контактных колец

12.7.8.1 Токопроводящие провода, токопроводящие шины и узлы контактных колец, используемые для силовых цепей, должны быть сгруппированы отдельно от проводов, используемых для цепей управления.

12.7.8.2 Токопроводящие провода, токопроводящие шины и контактные кольца в сборе должны выдерживать без повреждений механические нагрузки и тепловые воздействия, возникающие при коротком замыкании.

12.7.8.3 Съемные крышки для токопроводящих проводов и систем токопроводящих шин, проложенных под землей или под полом, должны иметь такую конструкцию, чтобы их нельзя было открыть без помощи инструмента.

12.7.8.4 Если токопроводящие шины установлены в общем металлическом корпусе, отдельные части корпуса должны быть соединены вместе и заземлены в нескольких точках в зависимости от их длины. Металлические покрытия токопроводящих шин, проложенных под землей или под полом, также должны быть соединены и заземлены.

Примечание — В эквипотенциальных соединениях или соединениях проводника защиты с подвижной крышкой или открывающимися дверцами металлических оболочек либо каналов достаточно использовать металлические петли как обеспечивающие требуемую проводимость.

12.7.8.5 Металлические каналы для прокладки токопроводящих 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

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

13.1.1.2 Средства соединения должны соответствовать поперечному сечению и типу соединяемых проводов.

13.1.1.3 Присоединение двух или более проводов к одной ответвительной клемме допускается только в случае, если клемма предназначена для этого. Однако в целях заземления к одному контакту клеммы допускается подключать только один провод цепи защиты.

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

13.1.1.5 Клеммы в контактных блоках следует четко помечать и маркировать в соответствии со схемами.

13.1.1.6 Если неверное электрическое соединение (например, вызванное заменой аппаратуры) может вызывать дополнительный риск, практически трудно устраняемый при проектировании, необходимо идентифицировать проводники и клеммы в соответствии с 13.2.

13.1.1.7 Установка гибких каналов и прокладка гибких кабелей должна быть такой, чтобы жидкости (например, водяной конденсат) вытекали наружу.

13.1.1.8 Должны поставляться средства удержания жил проводов, если они отсутствуют у приборов и клемм. Использование пайки для этой цели не допускается.

13.1.1.9 Концы экранированных проводов следует подключать таким образом, чтобы избежать расплетания жил и обеспечить возможность их легкого разъединения.

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

13.1.1.11 Клеммные колодки должны быть установлены и подключены так, чтобы проводка не пересекала клеммы.

13.1.2 Провода и кабели должны проходить от одной клеммы к другой без сращиваний или промежуточных соединений за исключением использования соединения с использованием комбинаций вилки и розетки с защитой от случайного разъединения.

13.1.2.1 При невозможности установки клемм в разводной коробке (например, краны с длинными гибкими кабелями, кабельные соединения, длина которых превышает предусмотренную изготовителем для размещения в одном канале, или ремонт кабелей из-за механических повреждений 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.

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

13.1.2.3 Защитный провод следует располагать вблизи токоведущих проводников, чтобы уменьшить полное сопротивление контура короткого замыкания.

13.1.3 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, если это не влияет на нормальную работу цепей. Когда такие цепи должны выдерживать различные

напряжения, провода необходимо отделять соответствующими ограждениями или изолировать от наиболее высокого напряжения, которое подается на какой-либо провод внутри одного канала (например, при размещении рядом провода питания в незаземленной системе и провода питания в заземленной системе питания).

13.2 Идентификация проводов

13.2.1 Общие требования

13.2.1.1 Каждый проводник должен иметь маркировку у каждой из клемм в соответствии с технической документацией (см. раздел 17).

13.2.1.2 Для облегчения обслуживания следует маркировать провода номером, буквенно-цифровым обозначением, цветом (сплошным или с одной или несколькими полосами) или комбинацией цвета и буквенно-цифрового обозначения. Когда используются числа, они должны быть арабскими; буквы должны быть латинскими (заглавные или прописные).

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

13.2.2 Идентификация защитного провода

13.2.2.1 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.

13.2.2.2 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.

13.2.2.3 Если защитный провод легко отличим 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 или двухцветным сочетанием ЗЕЛЕНЫЙ — ЖЕЛТЫЙ.

13.2.3 Идентификация нулевого провода

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

13.2.3.2 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 Цветовая идентификация

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

13.2.4.2 При использовании цветовой идентификации проводов рекомендуется наносить цвет по всей длине провода соответствующими метками через определенные интервалы или применять изоляционные материалы такого же цвета. Допустимым вариантом является использование маркировки в местах присоединения проводников.

13.2.4.3 В целях безопасности ЗЕЛЕНЫЙ и ЖЕЛТЫЙ цвета не следует использовать отдельно, если существует возможность спутать их с двухцветным сочетанием ЗЕЛЕНЫЙ — ЖЕЛТЫЙ.

13.2.4.4 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.

Относительно вышеперечисленного допускаются исключения, если:

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

13.3 Монтаж электропроводки внутри оболочек

13.3.1 Расположенные внутри оболочек провода, не уложенные в короба, должны быть зафиксированы на своих местах. Использование для этих целей неметаллических коробов и каналов допускается при условии, что они изготовлены из материалов, препятствующих распространению огня.

13.3.2 Устанавливаемое внутри оболочек электрооборудование рекомендуется конструировать и изготовлять так, чтобы была возможность проводить работы с электропроводкой с фронтальной части оболочки. Если это невозможно и если устройства управления подключены в глубине оболочки, необходимо предусмотреть дверцы для доступа или монтажные поворотные панели.

13.3.3 Подводы к устройствам, устанавливаемым на дверцах или на других съемных частях, следует выполнять с помощью гибких проводов в соответствии с требованиями 12.2 и 12.6. Провода следует крепить к фиксированным частям и подвижным деталям независимо от электрических соединений.

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

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

13.4 Монтаж электропроводки вне оболочки

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

13.4.2 Наружные короба

13.4.2.1 Провода и их соединения, расположенные снаружи оболочки электрооборудования, должны быть уложены в короба (например, трубы, каналы, лотки), 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 быть осуществлен специальным кабелем, предназначенным для этой цели, возможно коротким по длине и размещенным таким способом, чтобы защитить его от повреждений.

13.4.2.2 Для выполнения гибких соединений с подвесными кнопочными станциями необходимо использовать гибкий канал или гибкий многопроводный кабель. Подвесные пульты управления не должны удерживаться на весу за счет гибкого канала или многопроводного кабеля за исключением случаев, когда канал или кабель специально предназначены для подвеса.

13.4.2.3 Гибкий канал или гибкий многопроводный кабель следует использовать для соединений, включающих небольшие или нечастые движения. Их также разрешается использовать для окончательного соединения со стационарными двигателями, позиционными выключателями и другими внешними устройствами.

13.4.3 Присоединение к крану и к подвижным элементам машины

13.4.3.1 Соединения с подвижными деталями и с краном следует выполнять с помощью проводов, предусмотренных для этой цели. Гибкие кабели и каналы следует укладывать таким образом, чтобы исключить чрезмерные изгибы и нагрузки, особенно на их концевой арматуре.

13.4.3.2 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.

13.4.3.3 Гибкие кабели на кране 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 крана;
- прохождением кабеля поверх других машин или транспортных средств;
- контактом с конструкцией крана во время движения;
- сматыванием и наматыванием на катушки или на кабельные барабаны;
- воздействием инерционных усилий и ветровых нагрузок на подвесные устройства для кабелей или на подвесные кабели;
- несогласованностью с системой электрической цепи;

- избыточными изгибами в кабельных соединениях;
- избыточным воздействием теплового излучения.

13.4.3.4 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).

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

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

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

13.4.3.7 Остаток кабеля на барабане при полном разматывании должен составлять не менее двух витков.

13.4.3.8 Устройства, предназначенные для того, чтобы направлять или поддерживать гибкий кабель (направляющие ролики, кабельные барабаны и др.), должны быть спроектированы так, чтобы внутренний радиус изгиба во всех точках, где кабель меняет свое направление, был не менее значений, приведенных в таблице 11. Исключением из этого правила является специальное соглашение с производителем кабеля с учетом допустимых напряжений и ожидаемого срока службы при усталостных воздействиях.

13.4.3.9 Длина прямого участка кабеля между двумя изгибами *S*-образной формы не менее чем 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.

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

13.4.4 Когда несколько переключающих устройств, установленных на кране (например, датчики положения, кнопочные выключатели), соединены последовательно или параллельно, рекомендуется осуществлять соединения между этими устройствами через клеммы, имеющие промежуточные контрольные точки. Подобные клеммы должны быть соответствующим образом размещены, защищены и указаны на соответствующих схемах.

Таблица 11 — Минимальные радиусы изгиба устройств, подводящих гибкие кабели

В миллиметрах

Диаметр кабеля или толщина плоского кабеля, *d*	Радиус изгиба
До 20 включ.	6*d*
Более 20	8*d*

13.4.5 Разъемные соединения

13.4.5.1 При использовании разъемных соединений (комбинации вилки и розетки) они должны соответствовать одному или нескольким из следующих требований, в зависимости от ситуации.

Примечание — Данные требования не распространяются на разъемы, находящиеся внутри оболочек, а также на стационарные соединения негибких кабелей и шин с помощью разъемов;

а) при установке в соответствии с 13.4.5.2 разъем должен всегда обеспечивать защиту от случайного контакта 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;

б) при сети питания 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);

в) разъемы, предназначенные для разматывания и наматывания цепей под нагрузкой, должны иметь соответствующую коммутационную способность, рассчитанную на токи не менее 32 А. Разъемы, не предназначенные для коммутации под нагрузкой, должны быть снабжены блокировкой с комбини-

рованным выключателем, разрешающим производить их перекоммутацию только в положении выключателя «Отключено»;

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

13.4.5.2 Если случайное или непредумышленное разъединение разъема может привести к опасной ситуации, необходимо принять соответствующие меры защиты:

- компоненты разъемов, остающиеся под напряжением после разъединения, должны иметь степень защиты не менее IP2X или IPXXB, обеспечивая таким образом требуемый зазор и расстояния, ограничивающие токи утечки по изоляции. К цепям БСНН указанные требования не относятся;
- металлические корпусы разъемов должны быть соединены с цепями защиты. К цепям БСНН указанные требования не относятся;
- 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;
- 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;
- разъемы, используемые в цепях управления, должны соответствовать требованиям ГОСТ IEC 61984, за исключением разъемных соединителей, предназначенных для приборов бытового или аналогичного назначения, которые не следует использовать в цепях управления. В разъемах, соответствующих ГОСТ IEC 60309-1, могут быть использованы в цепях управления только те контакты, которые предназначены для этих целей.

Примечание — Использование разъемных соединителей, предназначенных для приборов бытового или аналогичного назначения, допускается для функций управления, использующих высокочастотные сигналы для силового питания.

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

13.5 Каналы, соединительные и другие коробки

13.5.1 Каналы должны обеспечивать соответствующую условиям степень защиты (ГОСТ 14254).

13.5.1.1 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.

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

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

13.5.1.4 Открытые короба и лотки для прокладки кабеля следует жестко закреплять на достаточном удалении от подвижных частей, чтобы уменьшить опасность повреждения или износа. В местах, где необходим проход людей, следует монтировать открытые короба с обеспечением зазоров в соответствии с 11.5.

13.5.1.5 Кабельные каналы следует использовать только как механическую защиту.

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

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

13.5.2 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 электрохимической коррозии.

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

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

13.5.2.3 Изгибы трубопроводов должны быть выполнены таким образом, чтобы исключалось их повреждение, а внутренний диаметр канала не уменьшался.

13.5.3 Гибкие металлические рукава и арматура

Гибкий металлический рукав должен состоять либо из гибких металлических труб (металлорукавов из металлической ленты), либо армированного покрытия из проволоки с оплеткой и соответствовать условиям окружающей среды. Арматура должна быть совместима с рукавом.

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

13.5.5 Кабеленесущие системы

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

13.5.5.2 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 ГОСТ Р МЭК 61084-1.

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

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

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

13.5.7 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 крана, в соответствии с 11.3. Их конструкции должны обеспечивать защиту от механического повреждения при нормальных условиях эксплуатации.

Коробки должны выдерживать предполагаемые воздействия условий окружающей среды, включая загрязняющие вещества (пыль, масло, гидравлические и охлаждающие жидкости).

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

14 Электродвигатели и сопутствующее оборудование

14.1 Общие требования

Электродвигатели должны удовлетворять требованиям соответствующих частей из серий стандартов ГОСТ IEC 60034.

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. 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 Корпуса и размеры двигателей

14.2.1 Рекомендуется выбирать двигатели с оболочками из перечисленных в ГОСТ IEC 60034-5.

14.2.2 Степень защиты для всех двигателей должна быть не менее IP23 по ГОСТ 14254. В зависимости от условий эксплуатации и окружающей среды могут быть предъявлены более жесткие требования. Встроенные двигатели, которые являются составной частью крана, должны быть установлены таким образом, чтобы обеспечивалась надежная защита от механических воздействий.

14.2.3 Размеры двигателей должны удовлетворять требованиям серии стандартов ГОСТ 18709, ГОСТ 20839 и ГОСТ 31606.

14.3 Монтаж двигателя

14.3.1 Каждый двигатель и его вспомогательное оборудование (муфты, шкивы и т. п.) 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 элементов и доступ к клеммным коробкам.

14.3.2 Двигатели должны быть установлены таким образом, чтобы обеспечивалось их правильное охлаждение, а их нагрев оставался в пределах, предусмотренных для изоляции соответствующего класса (см. ГОСТ IEC 60034-1).

14.4 Критерии выбора двигателя

Характеристики двигателей и соединенного с ними оборудования следует выбирать в зависимости от условий эксплуатации и окружающей среды. Параметры, которые должны быть тщательным образом учтены:

- тип двигателя;
- тип рабочего цикла (ГОСТ IEC 60034-1);
- работу при постоянной и/или изменяющейся частоте вращения (включая 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 полупроводникового 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, обусловленных значительной инерцией.

14.5 Защитные устройства для механического торможения

Срабатывание защитных устройств перегрузки по току или напряжению в цепях механического привода тормозов, вызывающее их закрытие, должно вызывать одновременное отключение (обесточивание) соответствующих им приводов на кране.

Примечание — Комплектные приводы крана следует объединять по принципу совместного движения, например кабельные барабаны и приводные механизмы, которые должны перемещаться синхронно с ними.

14.6 Механическое торможение

При использовании механического торможения, которое осуществляется отключением электропитания (нормально закрытые тормоза), отключение питания приводов движения должно приводить к отключению питания соответствующих тормозов. При этом функциональное торможение ходовых и поворотных приводов может использовать другие методы управления торможением.

15 Вспомогательное оборудование и освещение

Если кран или связанное с ним оборудование снабжены штепсельными разъемами, предназначенными для питания вспомогательного оборудования (например, электрической переносной аппаратуры, испытательного оборудования), следует соблюдать следующие условия:

- штепсельные разъемы должны отвечать требованиям ГОСТ IEC 60309-1. Если это невозможно, необходимо, чтобы они были четко промаркированы с указанием номинальных значений напряжения и тока;

- должны быть приняты меры по обеспечению непрерывности цепи защиты (за исключением цепей БСНН).

Примечание — Если необходимо в эксплуатационных целях для некоторого оборудования, которое должно быть изолировано от цепи защиты, эти штепсельные разъемы могут быть исключены из данного требования;

- 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 разъединителем крана, применяют требования 5.3.9;

- когда защита от косвенного контакта с помощью автоматического отключения в цепях для розеток в штепсельных разъемах с режимом по току, не превышающим 32 А, и доступных с внешней стороны оболочки или в закрытой электрической рабочей зоне, не является достаточной, необходимы дополнительные защитные меры (например, установка устройства защитного отключения с номинальным остаточным рабочим током не более 30 мА).

15.1 Местное освещение крана и оборудования

15.1.1 Соединения с цепью защиты должны соответствовать требованиям 8.2.2.

15.1.2 Выключатель ВКЛ./ОТКЛ. не допускается размещать на патроне лампы и на гибком кабеле питания.

15.1.3 Стробоскопический эффект от освещения ламп должен быть исключен применением соответствующих светильников.

15.2 Электропитание

Примечание — Если стационарное освещение при нормальном функционировании находится вне доступа оператора, требования этого подпункта не применяют.

15.2.1 Номинальное напряжение цепи местного освещения не должно превышать 250 В. Рекомендуется напряжение между проводниками не более 50 В. Для цепей ремонтного освещения напряжение не должно превышать 42 В.

Примечание — Допускается напряжение цепи питания ремонтного освещения до 50 В на кранах, изготовленных по международным (региональным) стандартам.

15.2.2 Источником питания цепи освещения должно быть одно из следующих устройств:

- специальный развязывающий трансформатор, соединенный со стороны подвода нагрузки с разъединителем крана. Во вторичной цепи должна быть предусмотрена защита от сверхтоков;

- специальный развязывающий трансформатор, соединенный со стороны линии подвода питания с разъединителем крана. Во вторичной цепи должна быть предусмотрена защита от сверхтоков.

Примечание — Использование этого источника может допускаться только для цепей освещения шкафов управления;

- цепь крана с отдельной защитой от сверхтоков;

- 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.

15.2.3 Защита цепей освещения должна соответствовать требованиям 7.2.6.

15.2.4 Светильники должны быть адаптированы к условиям эксплуатации.

15.2.5 Патроны ламп должны изготовляться из изоляционного материала, полностью закрывающего цоколь лампы, чтобы избежать любого случайного контакта с токоведущими частями.

15.2.6 Отражатели светильников следует крепить к арматуре лампы, а не к патрону.

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

Примечание — требования настоящего подраздела применяют совместно с требованиями ГОСТ 34588 и ГОСТ 12.4.026.

16.2.1 Опасность поражения электрическим током

16.2.1.1 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.



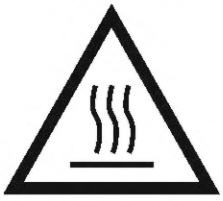
16.2.1.2 Предупреждающие знаки должны быть ясно видимыми при закрытой дверце или оболочке.

16.2.1.3 Предупреждающие знаки допускается не использовать в следующих случаях:

- если оболочка снабжена устройством отключения питания крана или разъединителем крана;
- 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 местах, где анализ рисков указывает на наличие опасного нагревания поверхности электрического оборудования, необходимо размещение графического символа.



16.3 Функциональная идентификация

Устройства управления, визуальные индикаторы и дисплеи (особенно связанные с безопасностью), являющиеся частью интерфейса человек — машина, должны иметь четкую и долговечную маркировку. Маркировку следует наносить на устройства и приборы или рядом с ними. Следует отдавать предпочтение использованию стандартных символов.

16.4 Маркировка оборудования

16.4.1 Оборудование следует четко маркировать таким образом, чтобы обслуживающий персонал мог видеть маркировку после его установки.

16.4.2 Везде, где это возможно (например, на блоке аппаратуры управления), рядом с местом подвода питания к оболочке, следует крепить заводскую или фирменную табличку со следующими данными:

- наименованием или заводской маркой поставщика;
- знаком соответствия, если он требуется;
- серийным номером, если применяется;
- номинальным напряжением, числом фаз и частотой (при переменном токе) и номинальным током нагрузки;
- отключающей способностью токов короткого замыкания для защитного устройства;
- номером основного документа (см. ГОСТ Р МЭК 62023).

16.4.3 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.

16.4.4 Если необходимо управлять только одним электродвигателем, информацию об этом допускается наносить на заводскую табличку машины, если эта табличка достаточно четко видна. Для крана с несколькими приводами передвижения такие таблички могут быть заменены соответствующей документацией.

16.5 Условные обозначения

Маркировка всех оболочек, блоков, устройств управления и компонентов должна соответствовать знакам и условным обозначениям, указанным в технической документации.

17 Техническая документация

17.1 Общие положения

Информацию, необходимую для установки, использования и обслуживания электрооборудования крана, следует поставлять в виде чертежей, схем, диаграмм, таблиц и инструкций. Все указанные в ней сведения должны быть изложены на русском языке. 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 сети питания.

Примечание — Техническая документация, содержащая информацию об обозначениях электрооборудования, должна быть составной частью документации на кран.

17.2 Предоставляемые данные

Предоставляемые с электрическим оборудованием данные должны включать в себя:

а) основной документ на поставку (перечень частей или перечень документации);

б) 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 схему, если имеется,

5) принципиальную схему,

6) информацию (если имеется) относительно:

- программирования (если это 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;

8) описание методов и средств защиты, действующих на время отключения первичных защитных устройств (например, при наладке или обслуживании);

9) инструкции по безопасной эксплуатации крана;

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

17.3.1 В отсутствии специальной договоренности между изготовителем и пользователем:

- технические документы должны быть подготовлены в соответствии с требованиями ГОСТ Р 2.601;
- используемая система обозначений должна соответствовать ГОСТ Р 58908.1;
- инструкции/руководства по эксплуатации должны соответствовать ГОСТ IEC 82079-1.

17.3.2 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 (см. ГОСТ Р 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 (см. ГОСТ Р МЭК 62023).

17.4 Документация по монтажу оборудования

17.4.1 В монтажной документации должна быть указана вся информация, необходимая для предварительных работ по настройке крана (включая ввод в эксплуатацию). В сложных случаях может потребоваться обращение к сборочным чертежам для получения подробной информации.

17.4.2 Должны быть четко указаны рекомендуемое расположение, типы и поперечные сечения устанавливаемых кабелей.

17.4.3 Должны быть предоставлены данные, необходимые для выбора типа, характеристик, номинальных значений тока и настройки устройств защиты от сверхтоков для кабелей электропитания крана.

17.4.4 При необходимости должны быть подробно описаны в схемах размещения размеры, применение и расположение кабельных каналов в фундаментах.

17.4.5 На схемах или чертежах должны быть подробно указаны размеры, тип и применение коробов, кабельных лотков и кабельных опор между краном и вспомогательным оборудованием.

17.4.6 При необходимости на чертежах указывают места для демонтажа или обслуживания электрооборудования.

Примечание — Примеры схем размещения — см. ГОСТ IEC 61082-1.

17.4.7 При необходимости должна быть предоставлена схема (таблица) соединений. Эта схема или таблица должна содержать сведения обо всех внешних подключениях. Если электрооборудование предназначено для работы от нескольких источников питания, на схеме (в таблице) должны быть указаны изменения или соединения, необходимые для использования каждого из источников.

Примечание — Примеры схем/таблиц соединений приведены в ГОСТ IEC 61082-1.

17.5 Монтажные и функциональные схемы

Монтажную 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.

Функциональные схемы могут быть использованы как части блок-схемы или в виде приложений к ней.

17.6 Принципиальные электросхемы

17.6.1 Поставка одной или нескольких (при необходимости) принципиальных схем является обязательным условием. На этих схемах должны быть показаны все электрические цепи на кране и вспомогательном оборудовании. Все отсутствующие в ГОСТ Р МЭК 60617-DB-12M графические символы должны быть приведены 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 кране.

17.6.2 При необходимости схемы, показывающие клеммы для обеспечения соединений между блоками, должны входить в состав поставляемой технической документации. Такую схему допускается использовать в сочетании с принципиальной схемой. В схеме должна быть ссылка на подробную принципиальную схему каждого блока.

17.6.3 Обозначения переключателей должны быть показаны на электромеханических схемах при отключенных источниках питания (например, электричество, воздух, вода, смазка), а также при готовности крана и его электрического оборудования к нормальному запуску.

17.6.4 Провода следует обозначать в соответствии с требованиями 13.2.

17.6.5 Цепи должны быть показаны таким образом, чтобы облегчать понимание их функций, а также порядок обслуживания и поиска неисправностей. 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 в себя 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 тестированию программного обеспечения), их применение должно быть подробно описано.

Описание выполнения настроек программируемого оборудования должно содержать четкие ссылки на конечные функции крана. Должно быть четко определено тестирование функций, связанных с безопасностью.

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.

Перечень элементов должен включать в себя для каждой части следующее:

- ссылочное обозначение элемента, используемое в документации;
- обозначение типа элемента;
- наименование поставщика элемента и альтернативных поставщиков, если имеются;
- основные характеристики элемента (при необходимости).

18 Проверки

18.1 Общие положения

В общем случае проверка электрооборудования включает в себя:

а) проверку соответствия технической документации;

б) проверку условий для срабатывания защиты от косвенного контакта с использованием автоматического разъединения (при наличии);

в) измерение сопротивления изоляции;

г) проверку работоспособности;

а также дополнительно в программу проверки могут быть включены проверка напряжением, а также проверка защиты от остаточных напряжений.

Если по результатам проверок требуется внесение изменений в электрооборудование, необходимо выполнять требования 18.7.

Примечание — Проверки и измерения следует проводить с использованием измерительного оборудования, соответствующего ГОСТ Р МЭК 61557-1, ГОСТ IEC 61557-2, ГОСТ IEC 61557-3, ГОСТ IEC 61557-4, ГОСТ IEC 61557-5, ГОСТ IEC 61557-6 и ГОСТ IEC 61557-7.

Результаты проверок должны быть документированы.

18.2 Проверка условий по защите автоматическим отключением от сети питания

18.2.1 Общие положения

Условия для автоматического отключения от питания должны быть подтверждены в процессе проведения проверки электрооборудования.

При питании в *TN*-системе методы проверок описаны в 18.2.2, а их применение для различных условий подключения к сети определены в 18.2.3.

При питании в *TT*- и *IT*-системах следует руководствоваться ГОСТ Р 50571.16.

18.2.2 Методы проверок в *TN*-системе

18.2.2.1 Методом 1 следует проверять непрерывность защитных заземляющих цепей, методом 2 — условия по автоматическому отключению от сети питания.

18.2.2.2 При проверке непрерывности защитных заземляющих цепей (метод 1) должны быть проведены измерения сопротивления между клеммой *PE* и различными точками цепей защитного заземления, являющимися частью цепи защиты. Результаты проверок должны быть соизмеримы с расчетными данными по сечениям, длине и материалу проводников в соответствующих цепях защитного заземления.

Примечание — Большие значения токов используют для получения более точных результатов измерения в цепях с проводами большого поперечного сечения или короткими по длине.

18.2.2.3 При проверке соответствия сопротивления контура короткого замыкания характеристикам установленных устройств защиты (метод 2) подключение к сети питания и внешнего защитного проводника к PE-клемме на кране должно проверяться осмотром, а условия по защите автоматическим отключением питания — проверкой сопротивления контура короткого замыкания расчетными методами или измерением в соответствии с А.4 с подтверждением соответствия пределов срабатывания (уставок) и характеристик установленных устройств защиты требованиям приложения Б.

Примечание — Измеренные значения полного сопротивления контура короткого замыкания должны соответствовать условиям срабатывания автоматических разъединяющих устройств при токах I_a свыше 1 kA (где I_a — величина тока, который вызывает автоматически срабатывание разъединяющего устройства за время, определяемое согласно приложению Б).

18.2.3 Применение методов проверки для *TN*-системы

Проверки по методу 1 в соответствии с 18.2.2.2 должны быть проведены для каждой цепи защитного заземления крана. Если для измерений выбран метод 2 в соответствии с 18.2.2.3, то ему должны предшествовать проверки 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 проверок для кранов различного текущего состояния (монтажной готовности) указаны в таблице 12. Таблицу 13 следует использовать для определения текущего состояния крана (монтажная готовность).

18.2.3.1 Значения максимальной длины кабеля, приведенные в таблице 13, основаны на следующих исходных данных:

- в кабелях с ПВХ-изоляцией и медными жилами температура провода при коротком замыкании не должна превышать 160 °С (см. таблицу С.4);
- кабели с проводами сечением не более 16 мм^2 должны быть обеспечены защитным проводом с равным значением площади поперечного сечения;
- кабели с проводами сечением более 16 мм^2 должны быть обеспечены защитным проводом с понижением сечения, как показано в таблице;
- номинальное напряжение питания трехфазной сети 380 В;
- значения столбца 3 таблицы следует корректировать согласно таблице 7.

При отклонении от этих исходных данных следует проводить вычисления или измерения реального значения сопротивления контура короткого замыкания. Дополнительная информация приведена в ГОСТ 22483.

Таблица 12 — Применение различных методов проверок для *TN*-систем

Вид проверки	Текущее состояние крана	Проверки на месте
А	Электрооборудование крана собрано и подключено на месте, но непрерывность защитных цепей не подтверждена после установки и подключения на месте	Методы 1 и 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. Применение метода 1 для подключенного защитного заземляющего проводника и контроля подключения силового питания и внешнего защитного проводника к PE-клемме крана является достаточным
Б	Кран, имеющий подтверждения о проверке непрерывности защитных цепей (см. 18.1) путем проверки по методу 1 или 2, но длины защитных цепей превышают длины кабелей, приведенных в таблице 11 Вариант Б 1. Кран полностью смонтирован и не будет демонтирован для транспортирования Вариант Б 2. 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 проверки проводились по методу 2, нет необходимости испытывать наружные цепи отдельно для подтверждения соединений: - при варианте Б 1 — сети питания, а также соединения внешнего провода защиты с PE-клеммой крана; - при варианте Б 2 — сети питания, а также соединения внешнего провода защиты с PE-клеммой крана и всех соединений защитных проводников, которые были отключены при разборке для транспортирования
В	Кран, имеющий подтверждение о проверке непрерывности защитных цепей (18.1) путем проверок по методам 1 и 2 (см. 18.2.2), но длины защитных цепей не превышают длины кабелей, приведенные в таблице 11. Вариант В 1. Кран полностью смонтирован и не будет демонтирован для транспортирования Вариант В 2. Кран демонтируют для транспортирования, однако непрерывность защитных цепей обеспечена после разборки, транспортирования и последующей сборки, например с помощью разъемных соединений.	Проведение проверок на месте не требуется. Для крана, который не подключается к сети питания с помощью разъемных соединений, правильность ввода и подключения внешнего проводника защиты к PE-клемме крана определяется визуальным осмотром При варианте В 2 в документации по установке оборудования должны быть указаны требования о визуальном контроле за правильностью подключения всех защитных проводников, отключаемых для транспортирования

Таблица 13 — 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	Предохранители со временем отключения плавкой вставки 0,4 с	Автоматический выключатель со характеристикой B[3] $I_a = 5 \times I_н$ со временем отключения 0,1 с	Автоматический выключатель с характеристикой C[4] $I_a = 10 \times I_н$ со временем отключения 0,1 с	Регулируемый автоматический выключатель при $I_a = 8 \times I_н$ 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)/ 16 (*PE*)	125	141	–	–	–	66
100	70 (фаза)/ 16 (*PE*)	160	138	–	–	–	46
50	95 (фаза)/ 16 (*PE*)	200	152	–	–	–	98
50	120(фаза)/ 16 (*PE*)	250	157	–	–	–	79

18.3 Проверка сопротивления изоляции

В результате проведения проверки сопротивление изоляции между проводниками силовых цепей и цепями защиты, измеренное при 500 В постоянного тока, должно быть не менее 1 мОм. Проверки допускается проводить на отдельных составных частях комплектного электрооборудования.

Примечание — Для некоторых видов электрооборудования, встраиваемого в блоки, а также коллекторов, скользящих контактных узлов, минимальное значение сопротивления изоляции должно быть не менее 50 кОм.

Если электрооборудование крана содержит устройства подавления перенапряжений, которые подключены в процессе проведения проверки, 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 Проверка напряжением

18.4.1 Испытательное напряжение должно иметь частоту 50 Гц.

18.4.2 Максимальное напряжение при проверке должно составлять двойное значение номинального напряжения питания или 1000 В, в зависимости от того, какое значение больше. Максимальное значение напряжения при проверке следует прилагать между силовыми проводами питания и цепями защиты на время, равное приблизительно 1 с. Требования признают выполненными, если не происходит разрушающего пробоя.

18.4.3 Компоненты и устройства, не предназначенные для проверки таким напряжением, должны быть отключены на время проведения проверки.

18.4.4 Компоненты и устройства, которые ранее были испытаны напряжением, могут быть отключены на время проведения проверок.

18.5 Защита от остаточных напряжений

При необходимости проводят проверки соответствия требованиям 6.2.4.

18.6 Функциональные испытания

Работоспособность электрооборудования должна быть проверена. Необходимо проверить функционирование электрических цепей, относящихся к безопасности (например, контроль короткого замыкания на землю).

18.7 Повторные проверки и испытания

Когда часть крана или вспомогательного оборудования заменена или изменена, эта часть должна быть проверена или испытана.

Особое внимание следует обратить на возможные вредные последствия, которые могут проявиться в оборудовании в результате повторных проверок (например, перенапряжение изоляции, разъединение/соединение устройств).

Приложение А
(справочное)

Опросный лист по электрооборудованию кранов

Рекомендуется, чтобы следующая информация была предоставлена 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 крана.

Наименование изготовителя/поставщика				
Фамилия потребителя				
Номер предложения/заказа			Дата	
Тип грузоподъемной машины			Серийный номер	
1. Специальные условия (см. раздел 1)				
а) Используется ли кран на открытом воздухе?	Да		Нет	
б) Кран будет перемещать нагретый или расплавленный металл, взрывчатый или огнеопасный материал?	Да/нет		Если да, то необходим перечень	
в) Кран используется во взрывоопасной или огнеопасной среде?	Да/нет		Если да, то необходим перечень	
г) Возможно ли использование крана в шахтах?	Да		Нет	
2. Электрическое оборудование и условия его эксплуатации				
а) Возможные колебания напряжения источника питания относительно его номинального значения (если превышают ± 10 %)				
б) Возможные изменения частоты тока (если превышают ± 2 %)	Постоянные		Кратковременные	
в) Укажите возможные в будущем изменения в электрооборудовании, которые требуют увеличения потребности в питании электроэнергией				
г) Укажите специфические нарушения напряжения сети питания, если оборудование работает в условиях, отличающихся от условий, указанных в разделе 4				
3. Окружающая среда и эксплуатационные режимы				
а) Электромагнитная обстановка	Открытые площадки		Промышленная среда	
Специальные условия или требования				
б) Диапазон температур окружающей среды				
в) Диапазон влажности				
г) Высота над уровнем моря				
д) Окружающая среда (например, коррозийные среды, запыленность, влажность)				
е) Излучение				
ж) Вибрация, удары				
и) Особые требования к установке и работе (например, огнестойкие кабели и провода)				
к) Транспортирование и хранение				
4. Внутренние источники питания				

Определите для каждого источника питания:				
а) номинальное напряжение, В	Переменного тока		Постоянного тока	
	Число фаз		Частота	
Ожидаемый ток короткого замыкания в месте подключения питания к крану (кА действующего значения) (см. 2)				
б) Тип сети питания и систем заземления (см. ГОСТ 30331.1)	*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*) крана не соединен с заземляющей точкой этой системы)	
	IT (система, которая не заземлена напрямую)			
в) Электрооборудование соединено с нейтральным (*N*) питающим проводом?	Да		Нет	
г) устройство отключения питания крана				
Необходимо ли изолировать нейтральный провод (*N*)?	Да		Нет	
Необходимо ли подвижное соединение для разъединяющего нейтрального провода (*N*)?	Да		Нет	
Тип предоставляемого устройства отключения питания крана				
5. Защита от поражения электрическим током (см. 6)				
а) Каким категориям персонала необходим доступ в опасные зоны внутри оболочек во время нормальной работы оборудования?	Квалифицированному персоналу		Предупрежденным лицам	
б) Необходимы замки со съемными ключами для запирания дверец и крышек?	Да		Нет	
6. Ограждение электрооборудования				
а) Пользователем или поставщиком обеспечивается защита проводов питания от сверхтоков?				
Тип и номинал устройства защиты от сверхтоков				
б) Наибольшая мощность, кВт, трехфазного двигателя переменного тока, который может быть запущен прямым включением				
в) Может быть уменьшено число устройств контроля перегрузки двигателей?	Да		Нет	
7. Работа				
Необходимо ли в системе беспроводного дистанционного управления устанавливать задержку времени перед автоматическим отключением крана при отсутствии разрешающего сигнала?				
8. Пульты управления и устройства управления, установленные на кране				
Какие цвета предпочтительнее (для установки в тон окрашенного крана)	Пуск		Стоп	
	Другое			

9. Аппаратура управления				
Степень защиты оболочки или специальные условия				
10. Монтаж проводов				
Имеется ли определенный метод распознавания, который используется для проводов?	Да		Нет	
Тип				
11. Приспособления и осветительная аппаратура				
а) Необходима ли специальная конструкция розетки?	Да		Нет	
Если да, какого типа?				
б) Должна ли быть в розетках дифференциальная токовая защита (УЗО)?	Да		Нет	
в) В каком месте кран оснащен 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				
а) Функциональная идентификация				
Задание:				
б) Надписи/ специальные маркировки	На электрооборудовании		На каком языке	
в) Сертификационный знак Если да, то какой?	Да		Нет	
13. Техническая документация				
а) Техническая документация	На каком носителе		На каком языке	
б) Размер, расположение и назначение кабельных каналов, трасс или опорных конструкций, поставляемых пользователем				
в) Если существуют особые ограничения по размерам или массе, способные повлиять на транспортировку крана или узлов аппаратуры управления, укажите:	Максимальные размеры		Максимальная масса	
14. Целевое использование крана				
Какое среднее количество рабочих циклов в час? (Рабочий цикл включает все операции на всех осях, начиная с подъема груза и заканчивая временем, когда кран готов для поднятия следующего груза)				
В течение какого времени предполагается, что кран будет работать на этой скорости без последующей паузы?				
Продолжительность последующей паузы?				

Приложение Б
(обязательное)

Защита от косвенного контакта в *TN*-системе питания

Б.1 Общие положения

Б.1.1 Защита от косвенного контакта должна обеспечиваться применением устройства защиты от короткого замыкания с время-токовой характеристикой, которое автоматически отключает сети питания 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 кране токов короткого замыкания время размыкания не должно превышать 5 с.

Примечание — Если такое время не может быть выдержано, 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. Б.3).

Б.1.2 Для цепей, в которые запитано или напрямую подключается через розетки переносимое вручную или носимое в процессе работы оборудование (например, розетки для подключения вспомогательного оборудования), в таблице Б.1 указано максимально допустимое время разъединения в зависимости от режима короткого замыкания.

Таблица Б.1 — Максимальное время разъединения для *TN*-систем

U_o*, В	Время разъединения, с
120	0,8
230	0,4
>400	0,1
*U_o — действующее значение напряжения короткого замыкания относительно земли. Для напряжений, которые находятся в диапазоне, установленном ГОСТ 29322, время разъединения определяется исходя из номинального значения напряжения. Для промежуточного значения напряжения следует принимать по таблице ближайшее большее.	

Б.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 Б.1). При этом должно быть удовлетворено условие:

$$Z_s I_a \le U_o, \quad (Б.1)$$

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_o — номинальное напряжение переменного тока относительно потенциала земли.

Необходимо учитывать увеличение сопротивления проводников при коротком замыкании из-за повышения температуры.

Примечание — Расчет токов короткого замыкания — по ГОСТ 28249.

Б.3 Условия для защиты ограничением напряжения прикосновения менее 50 В

Если выполнение требований Б.2 недостаточно 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}:

$$Z_{PE} \le 50/U_o Z_s, \quad (Б.2)$$

где Z_{PE} — сопротивление цепи защиты между каким-либо установленным оборудованием и *PE*-клеммой на грузоподъемной машине (см. 5.2 и рисунок 3) 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:

$$R_{PE} \leq 50/I_{a(5c)}, \quad (Б.3)$$

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*-клеммой (см. 5.2 и рисунок 2) и каким-либо оборудованием на кране или одновременно доступными внешними проводящими частями или/и сторонними проводящими частями.

Примечание — Дополнительное защитное заземление является дополнительной мерой по защите от косвенного контакта и может охватывать все оборудование или его часть, а также отдельные аппараты или отдельные узлы машины.

Б.4 Подтверждение соответствия условий по защите автоматическим отключением питания

Б.4.1 Основные положения

Эффективность мер по защите от косвенного контакта автоматическим отключением питания в соответствии с разделом Б.2 следует подтверждать:

- проверкой характеристик установленных защитных устройств визуальной проверкой уставок пределов срабатывания автоматических выключателей и токов вставок предохранителей;
- измерением полного сопротивления контура короткого замыкания Z_s.

Примечание — Если имеются 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.

Б.4.2 Измерение сопротивления контура короткого замыкания

Измерение сопротивления контура короткого замыкания следует проводить с использованием измерительного оборудования, соответствующего требованиям ГОСТ IEC 61557-3. Информация относительно точности результатов измерения и процедуры измерения должна быть определена в документации на измерительное оборудование.

Измерения должны быть выполнены, когда оборудование подключено к сети питания с частотой, соответствующей номинальной для источника питания, предназначенного для оборудования.

Примечание — Рисунок Б.1 иллюстрирует типичный случай измерения контура короткого замыкания на грузоподъемной машине. Если не практикуется подключение электродвигателя на время испытания, то две его фазы должны быть отключены, например изъятием плавких вставок предохранителей.

Измерение контура короткого замыкания, как правило, возможно только по направлению вверх от электронных преобразователей, но не между преобразователем и двигателем. Двигатель «М» на рисунке Б.1 можно рассматривать как представляющий собой систему электрического привода (*PDS*) в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61800-5-2.

Измеренные значения сопротивления контура короткого замыкания должны соответствовать требованиям Б.2.

Б.4.3 Определение различий между измеренным значением сопротивления проводников и действительным значением в условиях короткого замыкания

Примечание — Поскольку измерения проводятся при температуре окружающей среды, с небольшими токами, необходимо учитывать увеличение сопротивления проводников с повышением температуры в условиях протекания токов короткого замыкания, чтобы проверить соответствие измеренного значения полного сопротивления контура короткого замыкания требованиям Б.2.

Увеличение сопротивления проводников из-за роста температуры при протекании токов короткого замыкания должно удовлетворять следующему условию:

$$Z_{s(m)} \leq 2/3\ U_o/I_a, \quad (Б.4)$$

где $Z_{s(m)}$ — измеренное значение Z_s.

Если измеренное сопротивление контура короткого замыкания превышает $2U_o/3I_a$, уточнения должны быть проведены в соответствии с приложением С ГОСТ Р 50571.16.

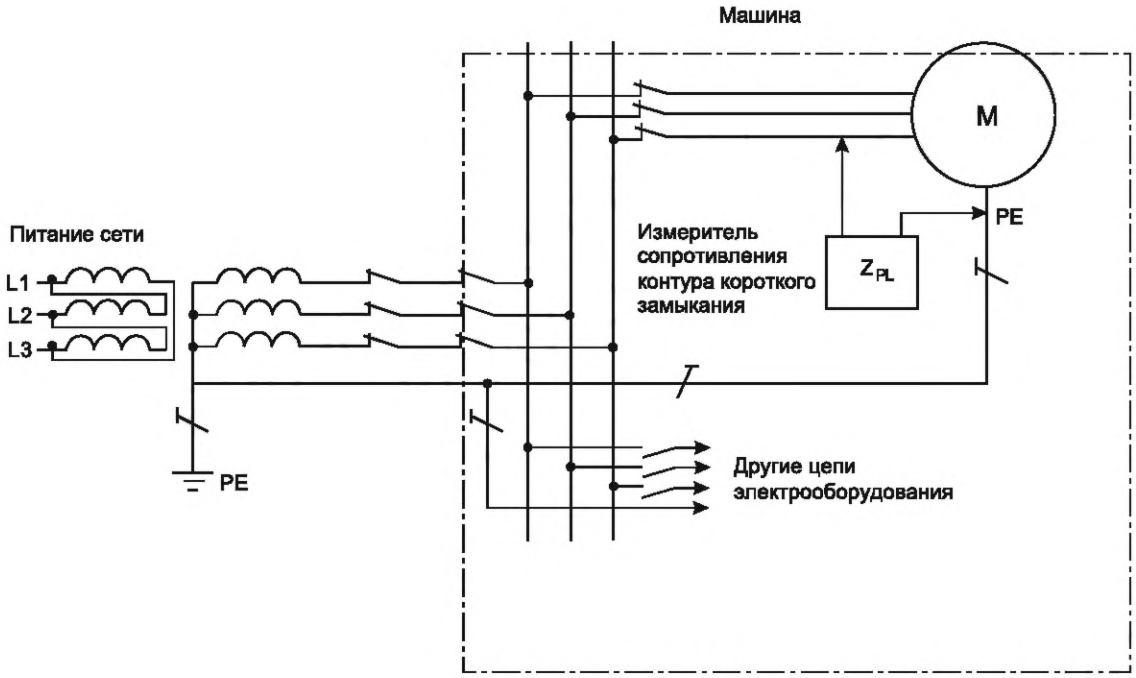


Рисунок Б.1 — Типовая схема измерения полного сопротивления контура короткого замыкания

Приложение В
(справочное)

Допустимые нагрузки по току и защита проводов и кабелей от перегрузок в электрооборудовании кранов

В.1 Общие рабочие условия

В.1.1 Температура окружающего воздуха

Допустимые максимальные токи нагрузки для изолированных ПВХ проводов в соответствии с таблицей 7 относятся к температуре окружающего воздуха 40 °С. Корректирующие факторы для другой температуры окружающего воздуха приведены в таблице В.1.

Поправочные коэффициенты для кабелей с резиновой изоляцией должен предоставлять изготовитель.

Таблица В.1 — Поправочные коэффициенты

Температура окружающей среды, °С	Поправочный коэффициент
30	1,15
35	1,08
40	1,00
45	0,91
50	0,82
55	0,71
60	0,58

В.1.2 Способы прокладки

В машинах следует использовать классические способы прокладки проводов и кабелей между оболочками и отдельными элементами, показанные на рисунке В.1[1)]:

- метод В 1 — использование коробов (см. 3.8) и кабеленесущих каналов (см. 3.6) для поддержки проводов или одножильных кабелей;
- метод В 2 — тот же, что и В 1, 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 или перфорированных лотках.

[1)] Описание приведено в соответствии с ГОСТ Р 50571.5.52.

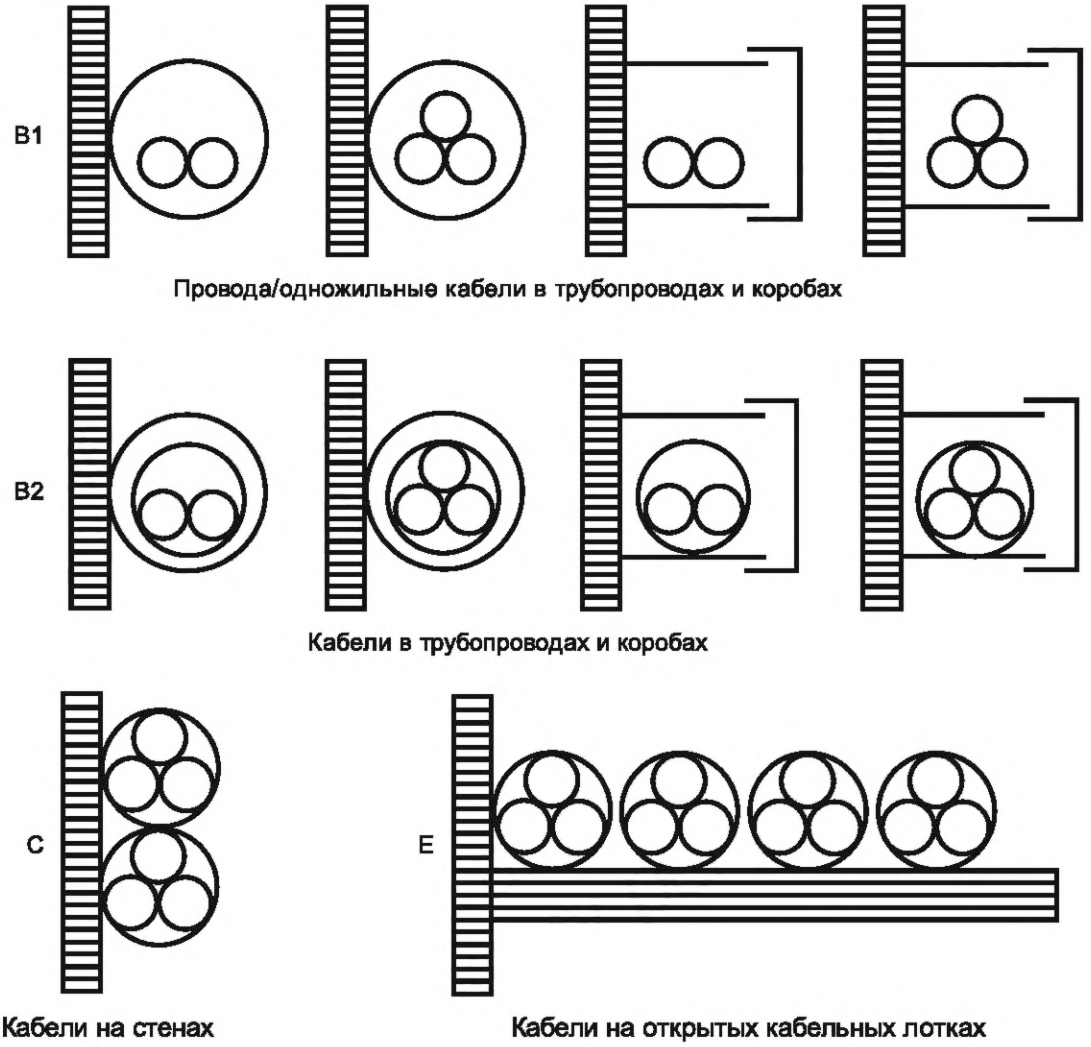


Рисунок В.1 — Методы прокладки проводов и кабелей независимо от числа проводов/кабелей

В.1.3 Группирование

Если наиболее нагруженные провода в кабеле или проводники группируются парами при установке, тогда данные по токам I_z, приведенные в таблице 7 или полученные от изготовителя, необходимо корректировать в соответствии с таблицами В.2 или В.3.

Примечание — Значения токов I_b < 30 % от I_z не следует корректировать.

Таблица В.2 — Поправочные коэффициенты для I_z при группировании

Способ установки (см. рисунок В.1)	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 перфорированными кабельными лотками не менее 300 мм	0,86	0,76	0,71	0,66
Управление при использовании парного провода ≤ 0,5 мм^2 независимо от метода установки	0,76	0,57	0,48	0,40

Окончание таблицы В.2

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 и многопроводным (жильным) кабелям.

Таблица В.3 — Поправочные коэффициенты I_z для многопроводных (жильных) кабелей сечением до 10 мм^2

Число проводов или пар под нагрузкой	Провода сечением более 1 мм^2 (см. примечание 3)	Пары (сечением проводов от 0,25 до 0,75 мм^2)
1	–1,0	1,0
3	0,75	–
5	0,65	0,39
7	0,55	0,34
10	0,40	0,29
24	–	0,21
Примечание 1 — Применяются многопроводные кабели с равноценно нагруженными проводниками/парами. Примечание 2 — Для групп многопроводных кабелей, см. ограничение значений в таблице В.2. Примечание 3 — Коэффициенты по ГОСТ Р 50571.5.52.		

В.2 Координация между проводниками и устройствами защиты по току перегрузки

На рисунке В.2 изображены взаимосвязи между параметрами проводников и параметрами защитных устройств, обеспечивающих их защиту по току перегрузки.

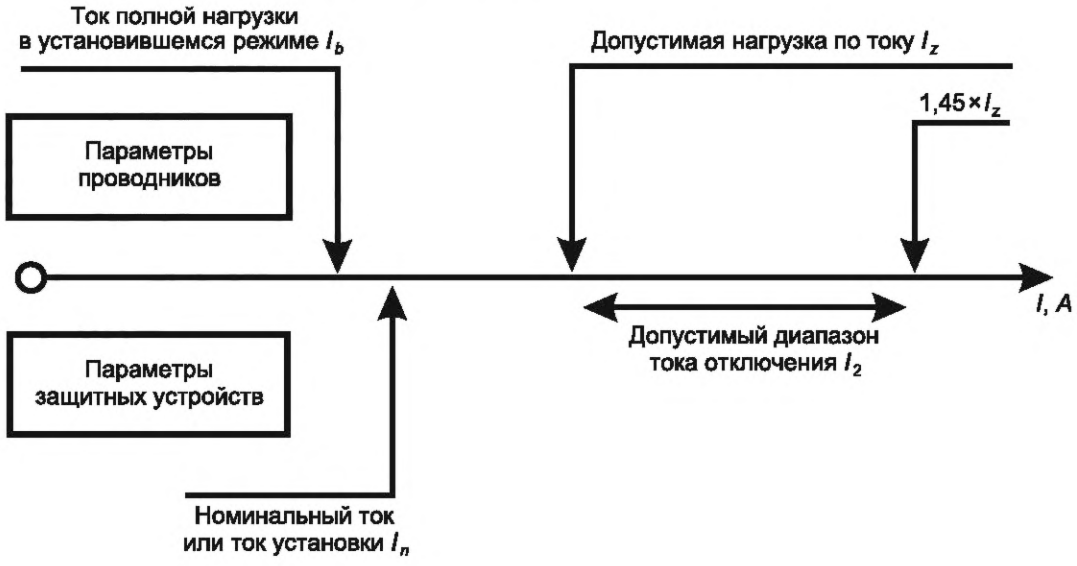


Рисунок В.2 — Параметры проводников и защитных устройств

Для обеспечения надежной защиты кабелей от перегрузки по току необходимо, чтобы рабочие характеристики устройств защиты удовлетворяли двум требованиям:

$$I_b \le I_n \le I_z , \quad (B.1)$$

$$I_2 \le 1{,}45\ I_z , \quad (B.2)$$

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 7, при этом:
- влияние температуры, снижающее I_z, принимается по таблице В.1;
- влияние группирования, снижающее I_z, принимается по таблице В.2;
- влияние многопроводности в кабелях, снижающее I_z, принимается по таблице В.3;

I_n — номинальный ток устройства защиты.

Примечание — 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 — 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 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), необходимо принимать решение из соображений экономичности. Следовательно, такие устройства не следует устанавливать там, где возможно протекание токов нагрузки менее I_2.

В.3 Защита проводников от токов короткого замыкания

Все проводники должны быть защищены от воздействия токов короткого замыкания устройствами защиты, которые включаются во все активные провода таким образом, чтобы ток короткого замыкания, протекающий по кабелю, был прерван прежде, чем проводник нагреется до опасной температуры.

Примечание — Для нейтрального провода см. 7.2.3.

Таблица В.4 — 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,[1] °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. [1] 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 не превышает 5 с.

Значение времени t, с, вычисляют по формуле

$$t = (kS/I)^2, \quad (B.3)$$

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, силиконовой резины (*SiR*) — 132, полиэтилена (*XLPE*) — 143, этиленпропиленовой резины (*EPR*) — 143.

Использование плавких предохранителей с характеристиками *gG* и *gM* по ГОСТ IEC 60269-1 и автоматических выключателей с характеристиками *B* и *C* в соответствии с ГОСТ IEC 60898-1 и ГОСТ IEC 60898-2 гарантирует то, что температурные ограничения, приведенные в таблице С.4, не будут превышены, если номинальные значения тока I_n выбираются в соответствии с таблицей 7 и $I_n \leq I_z$.

Приложение Г
(справочное)

Разъяснение функций управления в случае аварии

Примечание — Понятие «аварийный» применяют как унифицированное определение. В настоящем стандарте применяют только два из них: аварийный останов и аварийное отключение.

Г.1 Аварийное управление

Аварийное управление включает в себя комбинации или по отдельности:
- аварийный останов (стоп);
- аварийный старт;
- аварийное отключение;
- аварийное включение.

Г.2 Аварийный останов

Аварийное управление остановом процесса или движения с целью устранения опасности.

Г.3 Аварийный пуск

Аварийное управление пуском процесса или движения или ухода от возникновения опасных условий.

Г.4 Аварийное отключение

Отключение внешним выключателем питания энергией от всего или части оборудования в случае опасности поражения электрическим током или иного электрического воздействия.

Г.5 Аварийное включение

Включение внешним выключателем питания электроэнергией части оборудования, чтобы иметь возможность использовать его в аварийных ситуациях.

Приложение Д
(справочное)

Выбор проводника для повторно-кратковременного режима

Д.1 Общие положения

В отношении конкретных применений, где правильные размеры проводника могут зависеть от отношения между периодом рабочего цикла и тепловой постоянной времени проводника, необходимо консультироваться с изготовителем проводника. Проводники для повторно-кратковременного режима следует выбирать в соответствии с инструкциями изготовителя проводника. При отсутствии такой информации можно использовать критерии, представленные в настоящем приложении.

Метод, представленный в разделе Д.2, предусматривает, что цикл состоит из времени включения и времени отключения. Во время включенного состояния ток находится на постоянном уровне, а во время отключения ток отсутствует. Предполагается, что время цикла (время включения и время отключения) составляет 10 мин. Если время цикла другое, оно может быть рассчитано в соответствии с разделом Д.3.

В некоторых случаях ток во время включения изменяется, и время цикла также может варьироваться. Тепловой эквивалент тока, представляющий эти варианты, может быть рассчитан в соответствии с разделом Д.4.

Д.2 Повторно-кратковременный режим с 10-минутным циклом

Выбор проводника для нерегулярной эксплуатации должен осуществляться в соответствии с инструкциями изготовителя проводника. При отсутствии такой информации можно использовать критерии, представленные в этом приложении.

В таблице Д.1 определен поправочный коэффициент f_{ED} для допустимой нагрузки по току в повторно-кратковременном режиме, когда продолжительность рабочего цикла составляет 10 мин.

Поправочный коэффициент зависит от продолжительности цикла нагрузки в сравнении с тепловой постоянной времени проводника. Повторно-кратковременное использование состоит из времени включения (T_a) и времени отключения (T_i).

Таблица Д.1 — Поправочный коэффициент f_{ED} для 10-минутного цикла

Поперечное сечение, мм^2	$T_a/(T_a+T_i)$			
	0,6	0,4	0,25	0,15
1,5	1,044	1,120	1,265	1,505
2,5	1,058	1,150	1,315	1,580
4	1,075	1,183	1,369	1,660
6	1,092	1,215	1,421	1,737
10	1,116	1,260	1,493	1,842
16	1,139	1,303	1,561	1,942
25	1,161	1,344	1,626	2,037
35	1,177	1,373	1,673	2,105
50	1,193	1,403	1,719	2,173
70	1,207	1,429	1,760	2,231
95	1,219	1,450	1,793	2,280
120	1,227	1,464	1,816	2,314
150	1,234	1,477	1,836	2,343
185	1,240	1,488	1,854	2,369
240	1,247	1,501	1,874	2,397
300	1,252	1,510	1,888	2,419

Д.3 Повторно-кратковременный режим с любым временем цикла

Если продолжительность рабочего цикла меньше, чем 10 мин, то могут быть использованы более высокие поправочные коэффициенты, чем те, которые приведены в таблице Д.1, и если продолжительность рабочего цикла больше, то должны быть применены меньшие поправочные коэффициенты. Поправочные коэффициенты для конкретного рабочего цикла можно рассчитать по следующей формуле:

$$f_{ED} = \sqrt{\frac{1 - e^{-\left(\frac{T_a + T_i}{T}\right)}}{1 - e^{-\left(\frac{T_a}{T}\right)}}}, \quad (Д.1)$$

где T — тепловая постоянная времени проводника, которую можно взять из таблицы Д.2.

Таблица Д.2 — Тепловая постоянная времени

Площадь поперечного сечения, мм^2	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
T, мин	2,7	3,1	3,6	4,2	5,2	6,4	7,9	9,4	11,3	13,6	16,1	18,4	21,0	23,7	27,7	31,8

Д.4 Расчет теплового эквивалента тока

Для повторно-кратковременного режима эксплуатации (например, где часто происходит запуск двигателя), рекомендуется выбирать проводники, подходящие для теплового эквивалента тока, I_q. I_q также используется для координации с защитой от сверхтоков. I_q можно рассчитать следующим образом:

$$I_q = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{N} I_k^2 \times t_k}{t_s}}, \quad (Д.2)$$

где I_q — тепловой эквивалент тока, выраженный в амперах;

t_s — время рабочего цикла в секундах;

I_k, t_k — ток и время сегментов рабочего цикла.

Например, тепловой эквивалент тока для рабочего цикла, показанного на рисунке Д.1, можно рассчитать по следующей формуле:

$$I_q = \sqrt{\frac{I_1^2 \times t_1 + I_2^2 \times t_2 + I_3^2 \times t_3 + I_4^2 \times t_4 + I_5^2 \times t_5 + I_6^2 \times t_6}{t_s}}. \quad (Д.3)$$

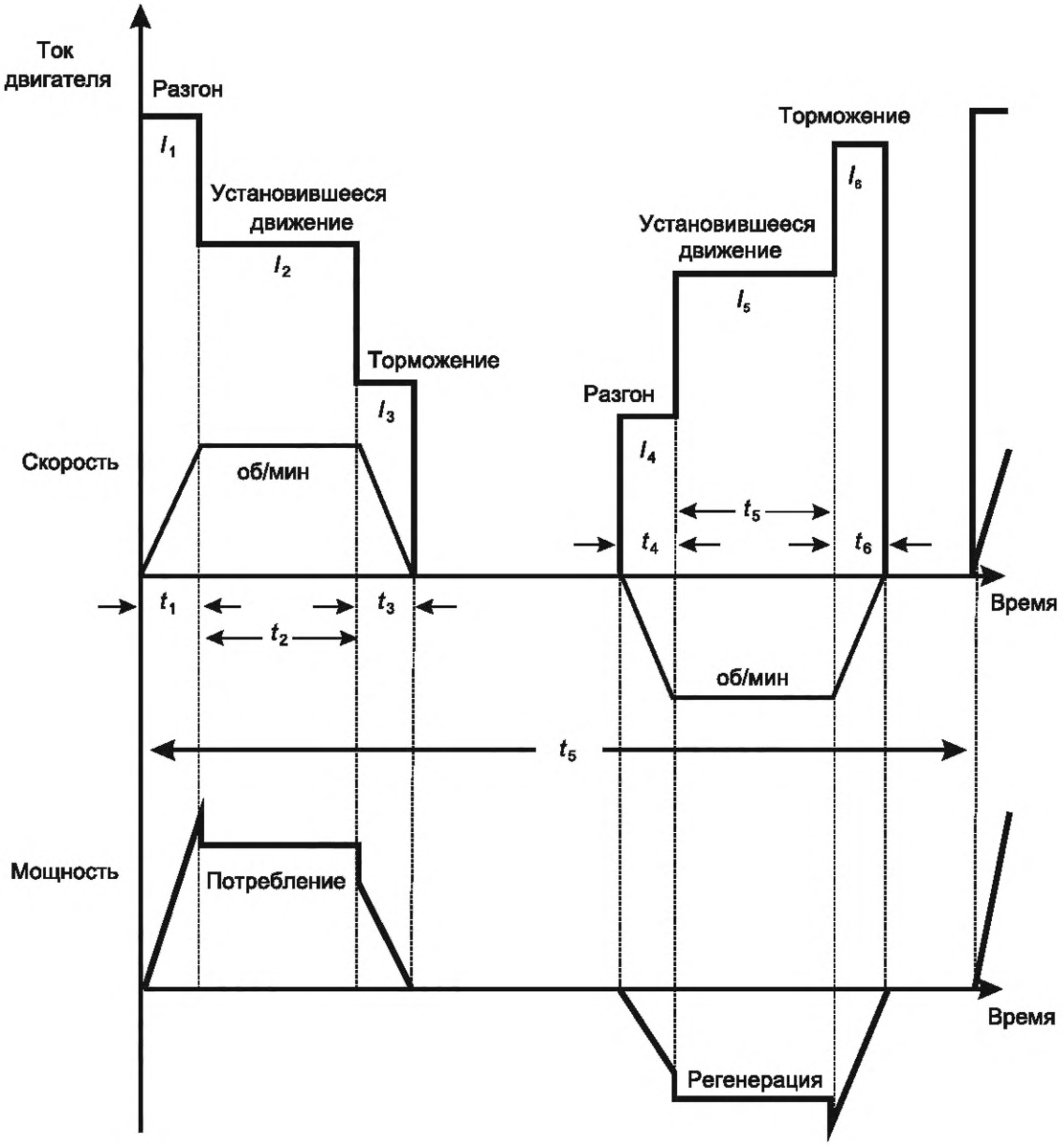


Рисунок Д.1 — Пример тока и времени этапов рабочего цикла привода крана с регулируемой скоростью

Библиография

[1] ПУЭ Правила устройства электроустановок Глава 5.4. Электрооборудование кранов (Издание шестое). Минэнерго РФ. — М.: ЗАО «Энергосервис», 6-е издание, дополненное с исправлениями, 2006 г.

УДК 621.86.062-78(083.74)(476) ОКС 29.020 NEQ

Ключевые слова: грузоподъемный кран, цепь питания, аппаратура управления, цепь управления, устройство отключения, токоведущая часть, заземление

Редактор *З.Н. Киселева*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 07.12.2021. Подписано в печать 19.01.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 10,23. Уч-изд. л. 9,25.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

gost.e-ecolog.ru