ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МАШИН

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ И МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

ГОСТ 27487—87
(СТ СЭВ 539—86)
(МЭК 204—1—81)

Издание официальное

Цена 35 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

УДК 621.002.5:006.354 Группа Е02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МАШИН

Общие технические требования и методы испытаний

Electrical equipment for industrial. General requirements and test methods

ГОСТ 27487—87

(СТ СЭВ 539—86)
(МЭК 204—1—81)

ОКСТУ 3430

Срок действия с 01.07.88
до 01.07.93

Настоящий стандарт распространяется на электрическое и электронное оборудование (далее — электрооборудование) производственных машин (далее — машин), используемых для выполнения производственных операций с материалами, деталями или их узлами, работающее от сети питания переменного тока с номинальными напряжениями до 1 000 В и номинальными частотами до 200 Гц, в том числе на электрооборудование машин для металлообработки; обработки дерева; литья и экструдирования пластмассы; производства изделий из пластмассы, кожи, резины, бумаги и ее производных; производства текстиля и одежды; полиграфии; пищевой и сложных отраслей промышленности; упаковочных операций, а также на электрооборудование автоматических сборочных машин, транспортных механизмов (например конвейеров) и контрольных приборов, если они применяются совместно с перечисленными выше машинами (электрооборудование начинается от точки подсоединения источника питания к электрооборудованию машины).

Настоящий стандарт не распространяется на электрооборудование, используемое для производства и распределения электроэнергии в шахтах, на открытом воздухе, во взрывоопасной среде; для машин, предназначенных для производства сырья (металлов, цемента, химических продуктов, бумаги и т. д.); для мощных металлургических прокатных станов, для кранов, лифтов, конвейеров, не встроенных в технологическое оборудование, а также на машины, носимые вручную в процессе производства.

Примечание. Стандарт может служить основой для правил, распространяющихся на электрооборудование других производственных машин.

Издание официальное Перепечатка воспрещена

★

© Издательство стандартов, 1988

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Указания по применению

1.1.1. Машины для автоматической сборки могут содержать сварочное оборудование, причем в этом случае необходимо учитывать требования, установленные в стандартах на электрооборудование машин для сварки, резки и сопутствующих технических операций.

1.1.2. Специальные требования должны быть учтены для электрооборудования машин, если обработка каких-либо материалов связана с возникновением опасности (взрывоопасные вещества, краски или опилки).

1.1.3. Специальные требования должны быть учтены для силовых цепей машин, в которых электроэнергия непосредственно используется для сварки, для электрохимической обработки или в виде электрических разрядов и т. д.

1.2. Требования назначения

Электрооборудование машин, изготовленное по настоящему стандарту, обеспечивает:

1) безопасность персонала и оборудования;

2) бесперебойное производство;

3) долговечность оборудования и экономичность в эксплуатации.

Повышение производительности не должно оказывать отрицательного влияния на приведенные выше показатели.

1.3. Дополнительные требования

Требования, дополняющие основные требования настоящего стандарта (например по облегчению обслуживания или ремонта электрооборудования машины или по повышению ее надежности), приведены как «дополнительные требования».

Примерами возможности использования этих дополнительных требований являются машины, применяемые в крупносерийном производстве (автоматические линии, поточные линии и т. д.), в которых даже кратковременные неисправности могут привести к серьезным экономическим последствиям.

Примечание. Если дополнительные требования не предъявляются, их при изготовлении машины не учитывают.

1.4. Общие условия эксплуатации, транспортирования и хранения

1.4.1. *Температура окружающей среды*

Электрооборудование должно работать при температуре окружающей среды от 5 до 40 °С (среднее значение ее в течение 24 ч не должно превышать 35 °С). При других температурах следует применять специальное исполнение электрооборудования или эксплуатировать машину при пониженной нагрузке (в соответствии с указаниями в технической документации). Во всех случаях не-

обходимо учитывать дополнительное повышение температуры, возникающее из-за наличия оболочки у электрооборудования.

1.4.2. *Высота над уровнем моря*

1.4.2.1. Электрооборудование должно быть пригодным для нормальной работы на высоте до 2000 м над уровнем моря.

1.4.2.2. Требования к электронному оборудованию.

Для электронного оборудования высота над уровнем моря должна быть не более 1000 м.

1.4.2.3. Электрооборудование, которое предназначено для работы на высоте св. 2000 м, должно быть специального исполнения.

Допускается применение электрооборудования нормального исполнения для работы на высоте св. 2000 м со сниженными номинальными данными в соответствии с указаниями в технической документации, позволяющими учитывать пониженную электрическую прочность и охлаждающую способность воздуха.

1.4.3. *Атмосферные условия*

Электрооборудование должно быть пригодным для нормальной работы при атмосферных условиях с относительной влажностью, не превышающей 50% при температуре 40 °С и 90% при температуре 20 °С и ниже, с содержанием пыли, кислоты, коррозирующих газов, соли и т. д. не превышающим нормы.

Примечание. Воздух с относительной влажностью 50% при температуре 40° С считается полностью насыщенным (100% относительной влажности), если он охлаждается до температуры 28° С.

Неблагоприятное воздействие случайной конденсации должно быть исключено за счет соответствующей конструкции электрооборудования и (или) при необходимости — соответствующих дополнительных мер, например с помощью встроенных кондиционеров воздуха.

1.4.4. *Условия монтажа и эксплуатации*

Электрооборудование следует монтировать и эксплуатировать в соответствии с инструкцией по эксплуатации. При необходимости приводят сведения в опросном листе (см. приложение 8, перечисление 5).

1.4.5. *Транспортирование и хранение*

Электрооборудование должно быть сконструировано таким образом, чтобы оно могло храниться и транспортироваться при температуре от минус 25 до плюс 55 °С, а также в короткие периоды времени (не более 24 ч) при температуре до плюс 70 °С. При этом должны быть предприняты соответствующие меры по предупреждению и предотвращению повреждения в результате воздействий конденсации влаги, вибрации и ударов.

При повышенной хрупкости электрооборудования или в случае воздействия экстремальных условий транспортирования или

хранения на упаковке и на контейнере (морском) электрооборудования должно быть сделано соответствующее указание.

Примечание. При иных температурах транспортирования и хранения следует применять специальное исполнение электрооборудования, либо соблюдать стандартные условия транспортирования и хранения.

2. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

2.1. Электронное оборудование — часть электрооборудования, содержащая электрические цепи, в которых проводимость электронов происходит в вакууме, газе или полупроводнике.

Примечание. К электронному оборудованию можно отнести:
1) оборудование на полупроводниках или на электронных лампах;
2) индикаторные измерительные устройства и системы обратной связи;
3) статические управляющие блоки и оборудование;
4) магнитные усилители и дроссели насыщения;
5) промышленное оборудование для обработки данных;
6) элементы и оборудование, имеющие электрическую и механическую связь с электронными цепями (слаботочные датчики, электромагнитные реле, трансформаторы, сопротивления, потенциометры, датчики положения, исполнительные элементы и т. д.).

2.2. Комплектное устройство управления — сочетание одного или нескольких коммутационных элементов с управляющими и измерительными устройствами защиты и регулировки, включающие внутренние электрические и механические соединения, несущие конструкции и оболочки.

2.3. Оболочка — ограждение, обеспечивающее определенную степень защиты от прямого контакта обслуживающего персонала с частями, находящимися под напряжением, расположенными внутри, а также соответствующую степень защиты электрооборудования от различных внешних воздействий.

Примечание. Оболочкой может служить:
1) шкаф или ящик, установленный непосредственно на машине или около нее;
2) замкнутое пространство (ниша станка, корпус электродвигателя или аппарата);
3) закрытое помещение в здании.

2.4. Канал — любой проход, предназначенный для размещения и защиты электрических проводов и используемый только для этой цели.

2.5. Трубопровод — канал, выполненный в виде трубы, имеющей жесткие или гибкие стенки, изготовленной из металла или изоляционных материалов.

2.6. Находящаяся под напряжением часть — любой провод или электропроводящая часть электрооборудования, находящаяся в нормальных условиях под напряжением.

Примечание. К находящимся под напряжением частям относятся также нулевые провода и присоединенные к ним электропроводящие части. Не

относятся к находящимся под напряжением частям цепи защиты, подсоединяемые к нулевым проводникам при подключении электрооборудования на месте эксплуатации.

2.7. Незащищенная электропроводящая часть — любая легко доступная электропроводящая часть, не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением в случае неполадки.

2.8. Защитный провод — провод, используемый в качестве защитного средства от поражения электрическим током в случае повреждения электрической изоляции и служащий для подсоединения незащищенных электропроводящих частей к:

1) другим незащищенным электропроводящим частям (которые являются частью электрооборудования);

2) внешним токопроводящим частям (которые не являются частью электрооборудования);

3) заземлителям, проводам заземления или заземленным, находящимся под напряжением, частям (например нулевому проводу).

2.9. Цепь защиты — совокупность всех защитных проводов и проводящих элементов, используемых для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения электрической изоляции.

2.10. Силовая цепь — цепь, которая используется для подведения энергии от источника питания к элементам, предназначенным для выполнения технологических операций (например к электродвигателям).

2.11. Цепь управления — цепь, которая предназначена для оперативного управления машиной и для защиты силовых цепей.

Примечание. Цепи питания электромагнитных клапанов и муфт могут быть отнесены к цепям управления.

2.12. Цепь сигнализации — цепь управления устройствами сигнализации, такими как визуальные, акустические и им подобные.

2.13. Элемент — составная часть электрооборудования, определяемая в соответствии с его функцией, но имеющая различное применение (например: сопротивления, конденсаторы, транзисторы, интегральные схемы).

2.14. Коммутационный аппарат — по ГОСТ 17703—72.

2.15. Аппарат управления — аппарат, подключенный к цепи управления и предназначенный для управления работой машины (путевой включатель, переключатель ручного действия, реле, электромагнитный золотник и т. д.).

2.16. Орган управления — часть системы воздействия аппарата управления, к которой прикладывается внешняя воздействующая сила.

Примечание. Орган управления может иметь форму рукоятки, кнопки, толкателя, ролика, плунжера и т. п.

2.17. Маркировка — знаки или надписи, служащие для определения типа элемента или аппарата, присвоенные изготовителем элемента или аппарата.

2.18. Условное буквенно-цифровое обозначение — по ГОСТ 2.710—81.

Примечание. Обозначение может быть нанесено около элементов, а также на элемент (после или в течение его монтажа на машине в процессе сборки комплектного устройства).

2.19. Площадка для обслуживания — площадка, на которой находится персонал во время обслуживания электрооборудования.

2.20. Подготовленный персонал — в достаточной степени обученный и проинструктированный или руководимый квалифицированными специалистами персонала, знания которого позволяют избежать опасных ситуаций, связанных с использованием электроэнергии (персонал, занимающийся профилактическим обслуживанием и эксплуатационным уходом за оборудованием).

2.21. Квалифицированный специалист — лицо, имеющее технические знания или достаточный опыт, которые позволяют избегнуть опасных ситуаций, связанных с использованием электроэнергии (инженеры и техники).

2.22. Патрон — по ГОСТ 361—85.

2.23. Светильник — по ГОСТ 16703—79.

2.24. Арматура осветительная — по ГОСТ 16703—79.

2.25. Лампа накаливания — по ГОСТ 15049—81.

2.26. Разрядная лампа — по ГОСТ 15049—81.

2.27. Люминесцентная лампа — по ГОСТ 15049—81.

2.28. Отражатель лампы — по ГОСТ 15049—81.

2.29. Цоколь — по ГОСТ 15049—81.

2.30. Разъединитель — по ГОСТ 17703—72.

2.31. Автоматический выключатель — по ГОСТ 17703—72.

2.32. Контактор — по ГОСТ 17703—72.

2.33. Пускатель — по ГОСТ 17703—72.

2.34. Ручной привод — по ГОСТ 17703—72.

2.35. Отключающая способность — по ГОСТ 17703—72.

2.36. Рабочая изоляция — по ГОСТ 12.1.009—76.

2.37. Дополнительная изоляция — по ГОСТ 12.1.009—76.

2.38. Двойная изоляция — по ГОСТ 12.1.009—76.

2.39. Усиленная изоляция — по ГОСТ 12.1.009—76.

2.40. Разделяющий трансформатор — ГОСТ 12.1.009—76.

2.41. Напряжение прикосновения — по СТ СЭВ 3230—81.

2.42. Безопасное сверхнизкое напряжение — по СТ СЭВ 3230—81.

2.42.1. Безопасное сверхнизкое машинное напряжение (БСМН) согласно п. 5.1.3.

2.42.2. Безопасное сверхнизкое рабочее напряжение (БСРН) согласно п. 5.1.2.3.

2.43. Нейтральный (нулевой) и защитный проводники — по СТ СЭВ 3230—81.
2.44. Защитное разделение — по СТ СЭВ 3230—81.
2.45. Провод — по ГОСТ 15845—80.
2.46. Многопроволочный проводник — по ГОСТ 15845—80.
2.47. Оболочка провода — по ГОСТ 15845—80.
2.48. Контактный зажим — по ГОСТ 25034—85.
2.49. Принципиальная схема — по ГОСТ 2.701—84.
2.50. Общая схема соединений — по ГОСТ 2.701—84.
2.51. Схема расположения — по ГОСТ 2.701—84.
2.52. Схема подключения — по ГОСТ 2.701—84.
2.53. Степень защиты — по ГОСТ 14254—80.

3. ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ ЗНАКИ, МАРКИРОВКА, УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

3.1. Предупреждающие знаки, маркировка и условные обозначения

3.1.1. *Предупреждающие знаки на оболочках*

Все оболочки, которые недостаточно ясно показывают, что они содержат электрические элементы, должны быть обозначены знаком в соответствии с приложением 1.

3.1.2. *Маркировка комплектных устройств управления*

Комплектные устройства управления должны иметь четкую и прочно нанесенную маркировку, хорошо различимую на смонтированном электрооборудовании. Табличка, по возможности, должна крепиться к каждому комплектному устройству управления и содержать следующие данные:

1) наименование изготовителя комплектного устройства управления или его товарный знак;

2) номинальные рабочие напряжения с указанием постоянного или переменного тока, частот при переменном токе и числа фаз (для каждого источника питания, если их несколько);

3) номинальные величины токов;

4) заводской номер комплектного устройства управления или другие обозначения, характеризующие устройство.

Номинальный ток, указанный на табличке, должен быть не меньше суммы всех нагрузок, потребляемых всеми электродвигателями и другим оборудованием, одновременно работающими при номинальных режимах. Если необычные режимы работы, нагрузки и прочие условия потребуют увеличения сечения проводников, то в табличке должны быть приведены необходимые сведения о таких режимах, увеличивающих номинальный ток в цепи источника питания.

Для простого электрооборудования (содержащего, например, только один пускатель) или электрооборудования, размещенного

в нишах машины, табличка, имеющаяся на машине, может также служить в качестве таблички для электрооборудования, если она хорошо видна и содержит требуемые сведения.

3.1.3. *Маркировка аппаратов управления*

На всех аппаратах управления, работающих в электрических цепях, должны быть по меньшей мере нанесены следующие обозначения:

1) наименование завода-изготовителя или товарный знак;

2) тип аппарата.

На каждом аппарате или на его катушке должна быть приведена последующая информация таким образом, чтобы она была видна при смонтированной на аппарате катушке;

3) род тока и величина напряжения управления (частота, при переменном токе).

В случае использования съемной катушки, на ней указывают наименование завода-изготовителя или его товарный знак, а также условное буквенно-цифровое обозначение или другой знак, характеризующие катушку.

В исключительных случаях, если величина аппарата не позволяет выполнять маркировку, необходимую информацию приводят на схеме или в перечне элементов.

3.1.4. Маркировка заменяемых элементов.

Заменяемые элементы должны иметь нестираемую маркировку.

Если существует стандартный код для обозначения номинальных величин, допусков, то элементы должны маркироваться в соответствии с этим кодом (например сопротивления и конденсаторы электронных цепей — по ГОСТ 11076—69).

В остальных случаях такие элементы должны иметь индивидуальную маркировку с указанием названия предприятия — изготовителя и технических данных, достаточных для идентификации элемента при его замене. В тех случаях, когда из-за малых габаритов элемента нельзя нанести индивидуальную маркировку, ее необходимо привести на соответствующих схемах или в спецификации.

3.1.5. *Условные буквенно-цифровые обозначения элементов, аппаратов, контактных зажимов, проводов и проводников*

3.1.5.1. В случае применения условных буквенно-цифровых обозначений для отдельных элементов они должны соответствовать ГОСТ 2.710—81.

Аппараты и контактные зажимы, к которым должны подсоединяться провода для монтажа или перемонтажа в условиях эксплуатации, должны иметь нестираемую маркировку, выполненную в соответствии с условными буквенно-цифровыми обозначениями и нумерацией, приведенными на схемах.

3.1.5.2. Дополнительные требования.

Все контактные зажимы, провода и проводники, располагаемые внутри или снаружи оболочек, должны иметь постоянную маркировку. Маркировка проводов и проводников может осуществляться прочно закрепленными кольцами или втулками (неметаллическими) либо клейкими лентами, стойкими к воздействию углеводорода. Каждый отдельный аппарат электрооборудования должен иметь маркировку по ГОСТ 2.710—81, которая наносится или около него (предпочтительно) или непосредственно на самом устройстве.

3.1.6. *Обозначение функций органов управления*

Ручные органы управления, такие как кнопки, селективные коммутаторы, должны иметь размещенную на них или около четкую и прочную маркировку в соответствии с функциями, выполняемыми ими, либо иметь маркировку на связанных с ними органах воздействия. Такие надписи должны быть сделаны на языке, согласованном между покупателем и поставщиком до регистрации заказа. Рекомендуется использование стандартных символов (например по ГОСТ 25874—83 и ГОСТ 24505—80).

3.2. Техническая документация

3.2.1. *Общие правила*

3.2.1.1. Составление технической документации — по ГОСТ 2.601—84.

3.2.1.2. В случае использования несложного оборудования соответствующая документация может быть представлена в виде одного документа, при условии, что в нем указаны все устройства электрооборудования и обеспечивается возможность подключения к сети питания. Поставщик, несущий ответственность за четкую связь между электрическим, электронным оборудованием и машиной, должен обеспечить поставку полного и полностью скоординированного комплекта эксплуатационной технической документации, который касается электрооборудования каждой машины.

3.2.1.3. Требования к электронному оборудованию.

Если электрооборудование содержит небольшое количество электронных элементов и последние можно легко определить при техобслуживании, замене или регулировке, то сведения об этих элементах могут содержаться в полной принципиальной схеме электрооборудования. Если эти элементы являются частью узлов, точки соединения этих узлов с другими частями электрооборудования могут быть указаны на полной принципиальной схеме, при этом отдельный чертеж может содержать необходимую информацию, касающуюся узлов.

Если электрооборудование включает в себя значительное число электронных элементов, то должны быть поставлены схемы с указанием как электронных элементов, так и их соединений с

другим электрооборудованием машины. Эти схемы должны обеспечивать определение местонахождения любого элемента и наоборот. Если один и тот же тип элемента используется в нескольких местах электрооборудования, то каждый из них должен иметь на схеме свое условное буквенно-цифровое обозначение.

3.2.1.4. Дополнительные требования.

Кроме указанной документации, внутри шкафов и ниш следует размещать в специальных карманах принципиальные схемы и схемы соединений или укреплять таблички с четко выполненной и прочно нанесенной принципиальной схемой. При невозможности такого размещения схем к эксплуатационной документации добавляют комплект указанных схем.

3.2.2. *Перечень различных типов документации*

3.2.2.1. Техническая документация должна содержать:

1) схему подключения (п. 3.2.4.1);

2) структурную или функциональную схему — при необходимости (п. 3.2.4.2.);

3) принципиальную схему (п. 3.2.4.3);

4) описание последовательности действий и (или) диаграмму или таблицу последовательности переключения, и (или) любой другой подходящий метод описания работы — при необходимости (п. 3.2.4.4);

5) общую схему соединений или эквивалентную таблицу, или соответствующие пометки на схемах с тем, чтобы отметить расположение цепи внутри электрооборудования — при необходимости (п. 3.2.4.5);

6) перечень элементов (п. 3.2.4.6);

7) инструкции по обслуживанию и способам регулировки — при необходимости (п. 3.2.4.7).

3.2.2.2. Дополнительные требования.

Техническая документация должна содержать:

1) схему или таблицу расположения (п. 3.2.4.8);

2) перечень быстроизнашивающихся деталей и запасных частей — при необходимости (п. 3. 2. 4.9).

Примечание. Если какой-либо важный узел, действующий в машине, имеет управление от гидро- или пневмооборудования, то поставщик машины отвечает за поставку гидравлических или пневматических схем.

3.2.3. *Правила, распространяемые на все типы документации*

При составлении различной документации изготовитель должен выбрать один из следующих способов:

1) каждый из этих документов составляется так, чтобы содержались перекрестные ссылки на порядковые номера других документов, относящихся к одному и тому же электрооборудованию;

2) составляется ведомость эксплуатационных документов по ГОСТ 2.601—84, в которой все документы должны быть перечислены в порядке номеров и по их названиям.

Чертежи, схемы, диаграммы, таблицы и инструкции должны быть выполнены согласно ГОСТ 2.301—68 (максимальный формат А1). Рекомендуется использовать высоту 297 мм (соответствует формату А4) и ширину не более 840 мм (4-кратное значение ширины формата А4).

При выполнении схем, чертежей, диаграмм и таблиц могут быть использованы однолинейные или многолинейные изображения.

Условные графические обозначения, используемые на чертежах, схемах и в таблицах, должны соответствовать установленным в стандартах ЕСКД.

Условное буквенно-цифровое обозначение элементов, аппаратов, контактных зажимов и проводников должно быть одинаковым во всех документах и на электрооборудовании и отвечать установленному ГОСТ 2.710—81.

3.2.4. *Правила, распространяемые на отдельные виды документации*

3.2.4.1. Схема подключения.

3.2.4.1.1. Схема подключения должна содержать всю информацию, необходимую для предварительной работы по установке машины. На ней должны быть указаны необходимые данные для выбора типа, характеристик и величины номинального тока или тока уставки устройства защиты от перегрузки, которое должно устанавливаться в месте подключения проводов питания электрооборудования (п. 5.2.1).

Расположение, тип и наименьшее сечение проводов, устанавливаемых при монтаже, если они не выбраны по номинальному току, должны быть четко указаны.

Размеры, назначение и расположение каналов, подлежащих прокладке в фундаменте, если это необходимо, должны быть детально изображены.

Если это необходимо, должны указываться свободные места для перемещения или обслуживания электрооборудования.

3.2.4.1.2. Дополнительные требования.

Если общая схема соединений не разрабатывается, то схема подключения должна указывать места прокладки основных трубопроводов и путей проводки. Кроме того, она должна указывать места расположения аппаратов управления, устанавливаемых вне оболочек, а также элементы подсоединения, необходимые для соединения между собой электрооборудования, которое рассоединяется при транспортировании.

3.2.4.2. Структурная и функциональная схемы.

Структурная и функциональная схемы — по ГОСТ 2.702—75.

3.2.4.3. Принципиальная схема.

3.2.4.3.1. Выполнение принципиальной схемы — по ГОСТ 2.702—75.

Рекомендуется изображать на схемах силовые, управляющие и сигнальные цепи раздельно, поскольку они не имеют электрических соединений. Рекомендуется делать одинаковую маркировку на всех контактных зажимах, соединенных между собой проводниками, и, таким образом, имеющих один и тот же потенциал.

Обозначения соединительных клемм (набора клемм) должны отличаться от обозначения клемм аппаратов.

3.2.4.3.2. Требования к электронному оборудованию.

Для электронного оборудования необходима схема, подобная структурной схеме, с подробным указанием взаимозависимости входов и выходов двоичных логических элементов (например таблица сигналов по ГОСТ 2.708—81, которая дополняет или заменяет принципиальную схему).

3.2.4.3.3. Дополнительные требования.

Рекомендуется, чтобы принципиальная схема содержала следующую информацию:

1) полярность;

2) число фаз, частоты и значения напряжений всех источников питания;

3) подробные характеристики некоторых аппаратов управления, если это необходимо для понимания их работы (значения сопротивлений, емкостей и т. д.);

4) наличие управляющих средств и функции аппаратов, которые не являются только электрическими аппаратами (датчики положения, переключатели с ручным управлением, гидро- и пневмозолотники с ручным управлением, устройства выдержки времени). Такая информация может быть приведена в виде надписей на принципиальной схеме. В случае многоцикловой работы машины (возможно, с различными исходными точками) на схеме уточняется, для какого цикла она предназначена.

Различные цепи должны быть представлены в таком виде, чтобы облегчилось как их испытание, так и обслуживание и определение неисправностей. Цепи должны быть показаны раздельно (в различных местах) на схеме, если они разделены электрически или предназначены для раздельного действия:

силовые цепи изображаются одной или несколькими линиями, от которых под прямым углом вычерчиваются ответвления к каждому потребителю электроэнергии (электродвигателям) с их защитными элементами;

каждая из отдельных цепей управления изображается между двумя или бо́льшим числом параллельных линий, перпендикулярно к последним, так, чтобы по возможности, они были показаны в виде одной или нескольких прямых линий.

При этом должен быть также изображен источник (или источники) питания цепей управления.

Рекомендуется, чтобы элементы аппаратов, потребляющие электроэнергию (катушки, электромагниты), изображались рядом с линией, к которой они непосредственно подсоединены и которая предназначается для заземления; контакты управления подсоединяют к другой линии (п. 6.2.3).

Для облегчения чтения схемы рекомендуется показывать последовательность операций слева направо или сверху вниз.

Следует четко указывать функции каждой цепи при работе машины:

когда цепи сигнализации и цепи управления имеют раздельное питание, то их рекомендуется изображать между двумя или бо́льшим числом параллельных линий, перпендикулярно к последним. Световые указатели и блоки предупреждения рекомендуется изображать рядом с линией, к которой они непосредственно присоединены и которая предназначается для заземления; контакты управления подсоединяют к другой линии.

3.2.4.4. Описание последовательности действий и (или) таблица переключений.

Такая информация требуется лишь в случае использования электрооборудования, выполняющего несколько взаимосвязанных действий.

Описание последовательности действия различных частей может быть дополнено или заменено таблицей переключений.

Подробная информация может быть передана через последовательность взаимодействия различных частей согласно принципиальной схеме.

Если последовательность операций или другие данные взаимосвязаны управлением по программе, то следует приводить полную информацию, касающуюся системы программирования, которая необходима для выполнения операций, исправления неполадок и техобслуживания.

Если необходима полная информация для понимания электрического управления в сочетании с механическим, гидравлическим, пневматическим или управлением другого принципа действия, то она должна быть приведена.

Если машина может работать по различным циклам, то описание работы должно объяснять каждый из них.

3.2.4.5. Общая схема соединений.

3.2.4.5.1. Выполнение общей схемы соединений — по ГОСТ 2.702—75.

Если электрооборудование предусмотрено для работы от двух и более напряжений, то общая схема соединений должна показывать соединения и прочие сведения, которые необходимы, чтобы производить переключение с одного напряжения на другое.

Общая схема соединений должна показывать соединения цепи защиты и соответствующие контактные зажимы.

3.2.4.5.2. Дополнительные требования.

Внешние подсоединения комплектных устройств управления должны быть приведены на схеме или в виде таблиц соединений, должны быть показаны подсоединения к источнику (источникам) питания.

Общая схема соединений должна определять провода (количество, сечение, изоляцию), а также содержать такие специфические сведения (при необходимости), как, например по защитным оболочкам трубопроводов или экранированным кабелям (если это важно, то с указанием мест их подключения к корпусам), относящиеся к внешним соединениям с узлами или аппаратами.

3.2.4.6. Перечень элементов.

3.2.4.6.1. Перечень элементов или опись включает в себя электрические элементы и аппараты с необходимыми сведениями для заказа запасных частей.

3.2.4.6.2. Дополнительные требования.

Для каждого типа элементов или аппаратов в перечне должны быть указаны:

1) условные буквенно-цифровые обозначения, применяемые в схеме;

2) маркировка, марка, тип;

3) общие характеристики (мощность, момент, частота вращения, напряжение, ток, частота, степень защиты, класс изоляции и т. д.);

4) наименование изготовителя (допускается использовать аббревиатуру) и обозначения, присвоенные элементам или аппаратам;

5) количество однотипных элементов и аппаратов в электрооборудовании.

Перечень элементов должен содержать характеристики специальных типов проводов (сечение, вид, изоляция) с указанием обозначения, присвоенного изготовителем.

3.2.4.7. Инструкция по техническому обслуживанию.

3.2.4.7.1. Содержание инструкции — по ГОСТ 2.601—84 с дополнениями указаний для проведения определенных замен и по регулированию.

3.2.4.7.2. Дополнительные требования.

Рекомендуется указывать периодичность замены быстроизнашивающихся деталей.

3.2.4.8. Схема или таблица расположения (дополнительное требование).

Выполнение схемы расположения — по ГОСТ 2.702—75.

Схема или таблица расположения должна содержать подробные сведения о размещении элементов электрооборудования (например: набор зажимов, штепсельных разъемов, блоков, модулей). На них должны быть указаны те условные буквенно-циф-

ровые обозначения, которые использованы на соответствующих схемах и в таблицах. Следует указывать места, которые зарезервированы для внесения изменений, а также расположение каналов или трубопроводов, используемых для прокладки проводов к комплектным устройствам управления.

Примечание. Схема расположения не обязательно должна быть выполнена в масштабе.

3.2.4.9. Перечень быстроизнашивающихся деталей и запасных частей (дополнительное требование).

Перечень быстроизнашивающихся деталей и запасных частей должен содержать элементы, которые рекомендуется хранить на складе.

Если в инструкции по обслуживанию имеются указания по сменным элементам, то необходимая информация по их заказу должна быть приведена в настоящем перечне.

4. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

4.1. Электрические элементы и аппараты

4.1.1. Электрические элементы и аппараты должны соответствовать их промышленному назначению и требованиям стандартов или технических условий на конкретные элементы и аппараты.

Предпочтительно следует использовать элементы и аппараты (получаемые от различных изготовителей), имеющие стандартное исполнение одного и того же типоразмера.

Не рекомендуется делать специальный отбор элементов или брать их модификации. В противном случае для элементов, которые могут быть заменены во время ремонта, должна даваться необходимая информация по специальному отбору или по модификации в спецификации или на чертежах.

Элементы и аппараты, для которых степень защиты обеспечивается в зависимости от оболочки и является недостаточной, должны иметь дополнительную защиты (например при помощи индивидуальной оболочки, помещаемой внутри комплектного устройства управления).

4.1.2. При выборе элементов и аппаратов должны быть учтены: ограничения напряжения, тока, температуры, противоударной и антивибрационной защит, ограничения по защите против воздействия масляных паров и паров жидкостей, а также способам охлаждения, указанные в технической документации на эти элементы и аппараты.

4.2. Напряжение питания

4.2.1. Электрооборудование должно обеспечивать надежную работу как при полной нагрузке, так и без нее, при колебаниях напряжения питающей сети $\pm 10\%$ от номинального значения и

при изменении частоты в пределах ±2%. Если для указанной точности работы определенных аппаратов (например счетчиков циклов) необходим меньший диапазон изменения частоты чем ±2%, то изготовитель должен это оговорить заранее в эксплуатационной документации.

Примечание. Номинальные значения мощности электродвигателей определяются согласно ГОСТ 183—74 для отклонений напряжения от минус 5% до плюс 10% от его номинального значения.

4.2.2. *Требования к электронному оборудованию*

4.2.2.1. Эксплуатационные характеристики электронного оборудования не должны ухудшаться при:

1) отключении напряжения на время $\leqslant$10 мс (за исключением силового электронного оборудования);

2) падении напряжения, не превышающем 15% от номинального значения напряжения питания, в течение времени $\leqslant$0,5 с;

3) возникновении пиков напряжения с амплитудными значениями, не превышающими 200% от номинального значения, в течение времени $\leqslant$1,5 мс.

Примечание. При питании устройства числового программного управления и электронного оборудования от одного силового источника питания необходимо выполнять требования, указанные в ГОСТ 26642—85.

4.2.2.2. Если безопасность или непрерывная работа зависят от работы электронного оборудования и оно может ошибочно срабатывать при кратковременном перерыве в подаче напряжения, то в этом случае должны быть предусмотрены блокировки, превышающие ход выполнения операций.

4.2.2.3. Переменный ток питания должен иметь практически синусоидальную форму (менее 7% общего нелинейного искажения) и для многофазных цепей несимметрия фаз должна составлять не более 5% амплитудного значения.

4.3. Подключение к источнику питания

4.3.1. Электрооборудование машины рекомендуется подключать к одному источнику питания (п. 5.6.2).

Если в каких-либо случаях (для цепей электроники, электромагнитных муфт) требуется применение другого напряжения или другого источника питания, то, по возможности, эти другие напряжения (или источник питания) получают от таких устройств, как трансформаторы, выпрямители, преобразователи, являющихся частью электрооборудования машины.

4.3.2. Если в специальных случаях нулевой проводник (N) используется для питания машины, то это должно быть ясно указано в технической документации машины (например на схеме подключения и в принципиальной схеме). В электрооборудовании не должно быть соединений между нулевым проводником (N) и цепью защиты (PE).

4.3.3. Рекомендуется осуществлять подсоединение проводов от источника питания непосредственно к сетевым зажимам вводного выключателя бесштепсельным соединением. Если это оказывается нецелесообразным, то должны быть предусмотрены специальные контактные зажимы (п. 5.6.2.5 и последний абзац п. 7.2.4).

Зажим, соединенный с конструкцией корпусом и предназначенный для подключения наружного защитного проводника (PE), должен располагаться рядом с соответствующими зажимами фазовых проводников (п. 5.1.2.1.6).

Если нулевой проводник используется для подключения сети, то должен быть предусмотрен специальный изолированный контактный зажим для нулевого проводника (N) (п. 6.1.2 и разд. 12).

4.3.4. Все контактные зажимы, предназначенные для подключения источника питания, должны быть четко обозначены (относительно контактного зажима PE — п. 5.1.2.1.6).

4.3.5. В электрооборудовании с однофазным питанием нулевой проводник не должен отличаться от фазных проводников, исключение составляют цепи управления. Кроме того, электрооборудование должно быть таким, чтобы замена фазного проводника на нулевой не помешала действию машины и вызвала только отклонение от предписаний п. 6.2.2.2. Если электрооборудование присоединяется к сети со штепсельным разъемом, то отклонение по предыдущей фазе не допускается и цепи управления должны соответствовать 1-му абзацу п. 6.2.2.3.

5. ЗАЩИТНЫЕ МЕРЫ

5.1. Защита от поражения электрическим током

Защита обслуживающего электрооборудование персонала от поражения электрическим током должна быть обеспечена как при нормальной работе, так и в случаях возникновения неисправностей.

Защита должна осуществляться путем проведения защитных мер по пп. 5.1.1 и 5.1.2. Хотя бы одна защита по каждому пункту обязательно должна применяться по отношению к каждой цепи или каждой части электрооборудования. Использование безопасного сверхнизкого машинного напряжения (п. 5.1.3) обеспечивает оба вида защиты от поражения электрическим током как при нормальной работе, так и в случае возникновения неисправности.

Защита от действия остаточных напряжений по п. 5.1.4 является дополнительной к вышеуказанным защитным мерам и может быть применена в случае необходимости.

5.1.1. *Защита от поражения электрическим током в нормальных условиях эксплуатации*

Для каждой цепи или части электрооборудования необходимо применить защитные меры по пп. 5.1.1.1 и (или) 5.1.1.2.

Примечание. Эта защита, названная также защитой от непосредственного прикосновения или основной защитой, предназначена для защиты от любого прикосновения к частям, находящимся под напряжением.

5.1.1.1. Защита оболочками.

Все части, находящиеся под напряжением, должны быть размещены внутри оболочек, которые должны соответствовать требованиям разд. 7.

Открывание оболочек (открывание дверей, крышек, защитных щитков и др.) должно быть возможным лишь в условиях, определяемых одним из перечислений 1)—3):

1) для открывания оболочек необходимо использовать ключ или инструмент. Этот метод открывания допустим лишь для квалифицированного специалиста или подготовленного персонала.

Части, находящиеся под напряжением, установленные внутри оболочки должны быть так защищены, чтобы исключалось случайное прикосновение к ним при открытых дверях.

Если неквалифицированным или неподготовленным лицам необходимо иметь доступ к электрооборудованию (например для замены предохранителей), то должны использоваться указания, приведенные в перечислениях 2) или 3).

Для закрытых помещений, используемых в качестве оболочек для электрооборудования, доступ в которые допустим только квалифицированному специалисту, следует учитывать специальные требования.

Ограждение или перегородка, предназначенная для защиты от случайного прикосновения к частям, находящимся под напряжением (или от случайного их касания), не должна препятствовать преднамеренному прикосновению;

2) прекращение подачи напряжения ко всем частям, находящимся в оболочке, прежде, чем оболочка будет открыта.

Примечание. Это может быть достигнуто блокировкой двери (или дверей) разъединителем (например вводным включателем), так, что они могут быть открыты только в случае, если разъединитель разомкнут, а разъединитель может замкнуться только тогда, когда все двери будут закрыты.

Разрешается применять специальные устройства для доступа квалифицированных специалистов к электрооборудованию, находящемуся под напряжением при открытых дверях, при условии, что блокировка с дверью (или крышками) при их закрывании восстанавливается автоматически.

Для части электрооборудования, остающейся под напряжением, защита от случайного прикосновения осуществляется по п. 5.6.2.6;

3) если к каким-либо частям, находящимся в оболочках, требуется только весьма редкий доступ (например для замены лампы накаливания и плавкой вставки), то открывание их без приме-

нения ключа или инструмента и без отключения напряжения допускается только в том случае, если внутри оболочки предусмотрена такая перегородка, которая защищает от случайного соприкосновения с частями, находящимися под напряжением (проверка проводится с помощью испытательного пальца по ГОСТ 14254—80). Исключение составляют части, находящиеся под сверхнизким напряжением по пп. 5.1.2.3 или 5.1.3. Снятие таких перегородок делает необходимым либо использование инструмента, либо автоматическое прекращение подачи напряжения к частям, находящимся за перегородками.

5.1.1.2. Защита изолированием частей, находящихся под напряжением.

Части, находящиеся под напряжением, должны быть полностью покрыты изоляцией, которая может быть удалена только ее разрушением.

Такая изоляция должна длительно выдерживать механическое, электрическое или тепловое воздействия, которым она может быть подвержена во время эксплуатации. Покрытие лаком, эмалью или подобными материалами, как правило, не может рассматриваться как обеспечивающее достаточную изоляцию для защиты от поражения электрическим током при нормальной работе.

Примечание. Примером служат провода и электрические компоненты, заключенные в изоляцию.

5.1.2. *Защита от поражения электрическим током при возникновении неисправности*

Для каждой цепи или части электрооборудования применимы меры, указанные в одном из пп. 5.1.2.1—5.1.2.4.

Примечание. Такой защитой является защита, называемая защитой от непрямого соприкосновения; она должна предохранять персонал от опасности при неисправности изоляции между частями, находящимися под напряжением, и незащищенными электропроводящими частями.

5.1.2.1. Защита путем автоматического отключения источника питания (электрооборудование класса I).

Автоматическое отключение источника питания, вызываемое повреждением, должно служить для защиты от соприкосновения с частями, находящимися под напряжением, если это опасно для персонала.

Эта мера защиты включает в себя одновременно:

1) присоединение незащищенных электропроводящих частей к цепи защиты (пп. 5.1.2.1.1—5.1.2.1.8);

2) установку защитных устройств, обеспечивающих автоматическое отключение источника питания в случае возникновения неисправности.

Эта мера защиты требует наличия соответствия между типом схемы заземления сети питания и характеристиками защитных устройств для автоматического отключения источника питания.

5.1.2.1.1. Состав цепи защиты.

Цепь защиты состоит из проводников защиты и (или) токопроводящих конструктивных деталей оболочек, и (или) машины. Она обеспечивает соединение всех незащищенных электропроводящих частей электрооборудования машины (включая станину) с контактным зажимом, отвечающим требованиям п. 5.1.2.1.6.

В электрооборудовании машины цепь защиты не должна быть гальванически соединена с нулевым проводником.

5.1.2.1.2. Непрерывность цепи защиты.

Непрерывность цепи защиты должна обеспечиваться надежным соединением с помощью защитных проводников или непосредственным соединением с механическими частями:

1) средства, используемые для соединения различных металлических частей, могут рассматриваться как достаточные для обеспечения постоянного соединения защитной цепи, если они обеспечивают достаточную проводимость и отвечают требованиям п. 5.1.2.1.5. Однако, средства, используемые для подсоединения защитных проводников, не должны одновременно выполнять роль крепежного зажима. При наличии оболочек или проводников из алюминия или сплавов алюминия следует обеспечивать защиту от воздействия электролитической коррозии;

2) если какая-либо часть удаляется при обычных ремонтных работах или по другим причинам, то защитная цепь для оставшихся частей не должна быть прервана;

3) гибкие металлические трубопроводы не должны использоваться в качестве защитных проводов, за исключением тех случаев, когда они специально предназначены для этого и прошли соответствующую проверку. Тем не менее подобные металлические трубопроводы, также как металлическая защитная оплетка проводов (стальная труба, свинцовая оплетка и т. п.), должны быть подсоединены к цепи защиты;

4) если объемные или выдвижные части электрооборудования имеют металлические несущие поверхности, то считается, что они в достаточной мере обеспечивают непрерывность цепи защиты при условии, что находятся под достаточным контактным давлением. Для обеспечения достаточной проводимости контакта следует принять соответствующие меры (при необходимости);

5) если к выдвижному электрооборудованию, еще находящемуся под напряжением, необходимо прикоснуться руками для настройки или обслуживания, его незащищенные электропроводящие части должны быть подсоединены к цепи защиты с помощью защитного провода;

6) если цепи, не отвечающие требованиям п. 5.1.2.3, подсоединяются к аппаратам, укрепленным на крышках, дверях, кожухах, то должны быть использованы специальные меры для достижения постоянного соединения с защитной цепью. Рекомендуется соеди-

нять эти аппараты с помощью защитного провода, сечение которого зависит от максимального сечения проводников питающей сети, подсоединенных к аппаратам. Любое аналогичное электрическое соединение, специально разработанное для этой цели (скользящий контакт, петли, защищенные от коррозии), также рассматривается как удовлетворяющее этим требованиям.

Если на дверях, кожухах, крышках не установлено электрооборудование или оно установлено и подключено в соответствии с условиями п. 5.1.2.3, то для обеспечения непрерывности защитной цепи достаточно использования обычных металлических петель или подобных им устройств.

5.1.2.1.3. Расположение аппаратов цепи защиты.

Цепь защиты не должна содержать выключателей, устройств защиты от тока перегрузки (выключатель, предохранитель), элементов обнаружения тока для таких устройств.

Единственными элементами, которые могут устанавливаться в цепи защитных проводов для проведения испытаний или измерений, являются перемычки, которые могут быть сняты только с помощью инструмента и доступ к которым имеет лишь подготовленный персонал или квалифицированные специалисты.

5.1.2.1.4. Размыкание цепи защиты штепсельным разъемом.

Если цепь защиты размыкается с помощью штепсельного разъема по п. 5.6.2.1, то она должна быть разомкнута только после того, как будут разомкнуты проводники, находящиеся под напряжением, и в обратной последовательности при замыкании (это касается также съемных и выдвижных вставных блоков). Требования относятся к штепсельным разъемам, используемым в качестве вводных.

Примечание. Металлические корпуса штепсельных разъемов должны быть подключены к цепи защиты, за исключением тех случаев, когда они используются в цепях, указанных в пп. 5.1.2.3 или 5.1 3.

5.1.2.1.5. Сечения проводников, входящих в цепи защиты.

Все части цепи защиты должны быть спроектированы таким образом, чтобы они могли выдержать наибольшие тепловые и механические воздействия, вызываемые током короткого замыкания, который может возникнуть в этой части цепи защиты.

В общих случаях без всякой проверки могут использоваться значения, указанные в табл. 1.

Если проводник изготовлен не из меди, то значение его сопротивления на единицу длины не должно превышать допустимого значения сопротивления медного проводника.

Отдельные конструктивные элементы могут использоваться в качестве цепи защиты при условии, что их сечение в электрическом отношении, по крайней мере, эквивалентно указанному в табл. 1 минимальному сечению.

Таблица 1

Номинальное значение тока предохранителей или тока настройки других устройств защиты от коротких замыканий соответствующей цепи, А	Сечение медного защитного провода, мм²
До 200	Равное сечению проводников соответствующей цепи, но не более 16
Св. 200 » 315	25
» 315 » 500	35
» 500 » 800	50
» 800 » 1000	70
» 1000 » 1250	95
» 1250 » 1600	120
» 1600 » 2500	185
» 2500 » 3200	240

5.1.2.1.6. Контактный зажим подсоединения наружного защитного проводника.

Вся цепь защиты должна быть подсоединена к контактному зажиму в соответствии с п. 4.3.3, предназначенному для присоединения наружного сетевого защитного провода. Как правило, контактный зажим должен иметь соответствующие размеры, позволяющие подключать наружный защитный провод с жилой из меди, сечение которого указано в табл. 2.

Таблица 2

Сечение фазовых проводников для питания электрооборудования, мм²	Сечение наружного защитного провода, в соответствии с которым устанавливается размер контактного зажима
До 16	Равное сечению фазовых проводников
Св. 16	Не менее 50% сечения фазовых проводников, но не менее 16 мм²

Контактный зажим для подсоединения наружного защитного провода должен иметь одно из следующих обозначений:

1) символ — по ГОСТ 25874—83 — ;

2) буквы — PE;

3) двойной цвет — зеленый/желтый.

5.1.2.1.7. Органы ручного управления.

Органы ручного управления электрическими аппаратами (кнопки, рукоятки, маховики) должны:

1) изготавливаться из изоляционного материала или должны быть покрыты дополнительной или усиленной изоляцией, которая изолирует их от других токопроводящих частей. Эта изоляция как минимум должна быть рассчитана по значению максимального

напряжения, используемого в той части электрооборудования, в которой смонтирован орган управления

либо

2) иметь постоянную и надежную электрическую связь с цепью защиты.

Предпочтительно, чтобы части органов ручного воздействия, за которые при управлении в обычных условиях берутся рукой, соответствовали требованиям, изложенным в перечислении 1).

Металлические части, покрытые слоем лака или эмали, не могут рассматриваться как соответствующие требованиям перечисления 1).

5.1.2.1.8. Части электрооборудования, не подключаемые к цепям защиты.

Подключать некоторые незащищенные электропроводящие части к цепи защиты нет необходимости, если они установлены так, что не могут вызвать опасности по следующим причинам:

1) невозможно соприкоснуться с имеющимися у них большими поверхностями или взять их рукой

или

2) они имеют небольшие размеры до 50×50 мм,

или

3) они расположены таким образом, что исключается возможность соприкосновения с находящимися под напряжением частями вообще и при повреждении изоляции, в частности.

Примечание. Эти положения относятся к таким небольшим элементам, как винты, заклепки, таблички — с одной стороны, а также к частям, расположенным внутри оболочек независимо от их размеров, к электромагнитам контакторов и реле, к механическим частям аппаратов — с другой стороны. Однако, если такие аппараты имеют заземляющий зажим, то он должен быть подключен к цепи заземления.

5.1.2.2. Защита путем использования электрооборудования класса II или использованием эквивалентной изоляции.

Эти меры имеют целью предотвратить появление опасных напряжений на доступных частях при повреждении рабочей изоляции.

Такая защита достигается одним из следующих способов:

1) использования электрического оборудования или аппаратуры с двойной или усиленной изоляцией

или

2) использования полностью изолированных заводских блоков,

или

3) применения дополнительной или усиленной изоляции — по СТ СЭВ 3230—81 и ГОСТ 12.2.007.0—75.

Примечание. В целях соблюдения защитных мер, описанных в пп. 6.2.2 и 6.2.3, рекомендуется присоединять проводящие (но не находящиеся под напряжением) части электрооборудования, заключенные в изолирующие оболочки, к цепи защиты.

5.1.2.3. Защита применением безопасного сверхнизкого рабочего напряжения.

Эта мера предназначается для предотвращения появления опасного напряжения на незащищенных электропроводящих частях в случае пробоя изоляции в цепях сверхнизкого рабочего напряжения, отвечающих требованиям приложения 2.

Наибольшее значение напряжения в защищенных таким образом цепях не должно превышать 50 В (действующего значения) переменного тока или 120 В постоянного тока при колебаниях напряжения 10%.

В дополнение к указанному выше должно выполняться одно из следующих условий:

1) одна сторона цепи или одна из точек источника питания такой цепи должна быть подсоединена к цепи защиты, имеющейся в сети более высокого напряжения, используемого в машине, и к соответствующим незащищенным электропроводящим частям или

2) источник питания и все части, находящиеся под напряжением, также как и проводники этих цепей, должны быть разделены или изолированы от цепей с более высоким напряжением изоляцией, по меньшей мере, рассчитанной на максимальное напряжение, используемое в той же части электрооборудования или машины (п. 10.1.4). При разделении с помощью металлических частей таких как оплетки, экраны, последние должны быть подключены к цепи защиты, имеющейся в цепях более высокого напряжения.

Используемые для такого изолированного источника питания разделительные трансформаторы должны соответствовать требованиям к электротехническим изделиям класса II по ГОСТ 12.2.007.0—75.

Используемые в этих цепях штепсельные разъемы должны соответствовать следующим условиям:

вилка разъема не должна соединяться (сопрягаться) с гнездами разъемов, находящихся в цепях, не соответствующих предписаниям данного пункта;

гнезда разъемов не должны сопрягаться с вилками разъемов, находящихся в цепях, не соответствующих предписаниям данного пункта.

Даже если цепи, соответствующие п. 5.1.3, применяются в соответствии с указаниями этого пункта, вилки и гнезда разъемов не должны допускать ошибочных соединений этих цепей между собой.

5.1.2.4. Защита защитным разделением электрических цепей.

Защитное разделение каждой отдельной цепи, находящейся под напряжением, предназначается для защиты от поражения электрическим током при соприкосновении с незащищенными

электропроводящими частями, которые могут оказаться под напряжением при повреждении рабочей изоляции частей этой цепи.

При таком способе защиты должны быть учтены требования СТ СЭВ 3230—81.

5.1.3. *Защита от поражения электрическим током в нормальных условиях эксплуатации и при возникновении неисправности, защита путем использования на электрооборудовании безопасного сверхнизкого машинного напряжения*

Цепи, отдельные части которых находятся под напряжением и не защищены от непосредственного контакта с ними (прикосновения) при нормальных условиях эксплуатации, должны соответствовать следующим требованиям:

1) максимальное напряжение цепи не должно превышать 25 В (действующее значение) переменного тока и 60 В постоянного тока при максимальной величине колебаний напряжения ±10%.

Примечание В особых условиях (например во влажной среде) может оказаться необходимым применение более низкого напряжения;

2) максимальный ток, который может протекать по перемычке, соединяющей находящиеся под напряжением незащищенные от прямого прикосновения части и открытые (незащищенные) электропроводящие части, не должен быть более 1 А переменного тока и 0,2 А постоянного тока;

3) такие находящиеся под напряжением части, которые не защищены от непосредственного соприкосновения, должны быть закреплены, т. е. не должны быть совсем свободно расположены, и, кроме того, должны иметь такую конфигурацию, чтобы их нельзя было полностью захватить рукой;

4) источник питания, все части, находящиеся под напряжением, и проводники этих цепей должны быть отделены или изолированы от цепей более высокого напряжения в соответствии с п. 5.1.2.3, перечисление 2) и п. 10.1.4;

5) одна сторона цепи или одна точка источника питания этой цепи должны подсоединяться к цепи защиты, рассчитанной на более высокое напряжение, используемое на машине и к соответствующим незащищенным электропроводящим частям;

6) незащищенные электропроводящие части, подсоединяемые к таким цепям, должны быть разделены или изолированы от цепей более высокого напряжения в соответствии с п. 5.1.2.3, перечисление 2), либо подключены к цепи защиты более высокого напряжения;

7) вилки и гнезда разъемов должны соответствовать следующим требованиям:

вилки не должны сопрягаться с гнездами разъемов, находящимися в цепях, не рассматриваемых в данном пункте;

вход в отверстия гнезд разъемов должен быть невозможен для вилок, находящихся в цепях, не рассматриваемых в данном пункте;

8) если подобные цепи используются в качестве цепей управления или сигнализации, то они должны соответствовать требованиям разд. 6.

Примечание. Эта мера применяется в целях защиты обслуживающего персонала от опасности, возникающей при контакте с частями, находящимися под напряжением, а также при повреждении изоляции между частями, находящимися под напряжением, и незащищенными электропроводящими частями.

5.1.4. *Остаточные напряжения*

Если электрооборудование содержит элементы, которые могут сохранить опасные заряды после их отключения (например конденсаторы с запасом энергии, превышающим 0,1 Дж), рекомендуется, чтобы с помощью разрядного резистора обеспечивалось снижение напряжения до значения не более 120 В (амплитудного значения) за время, равное 5 с. Если это оказывается практически невозможным, следует помещать на дверях или ограждениях предупредительный знак. Однако, при этом, если опасное напряжение имеется вне оболочки, необходимо обеспечить снижение напряжения до значения не более 120 В (амплитудного значения) за время, равное 5 с.

Примечание. Энергию E, Дж, определяют по формуле

$$E = \frac{1}{2} CU^2, \qquad (1)$$

где C — емкость, мФ;
U — напряжение, кВ.

5.2. Защита от короткого замыкания

5.2.1. *Общая защита*

Защита от короткого замыкания в месте подвода питающего провода к электрооборудованию машин предусматривается, если это оговорено заказчиком. Такая защита обычно предусматривается в начале питающих проводов.

На схеме электрооборудования и проводки необходимо указывать тип, характеристики, номинальный ток или ток уставки срабатывания этих устройств защиты (пп. 3.2.4.1 и 5.2.3).

Устройство общей защиты не должно срабатывать на пуске электродвигателей за наибольшее время, на которое рассчитаны их элементы защиты от перегрузки.

Если устройство общей защиты имеет расцепители мгновенного действия, то их установки должны быть выбраны на величины не менее 110% суммы пиковых токов всех электродвигателей и устройств, которые могут быть подсоединены или одновременно включены в работу.

5.2.2. *Защита цепей и ответвлений*

Все проводники должны быть защищены от короткого замыкания устройствами защиты, выбранными в соответствии с требованиями п. 5.2.3. Все находящиеся под напряжением проводники должны контролироваться устройствами обнаружения коротких замыканий и отключения тока.

Защита нулевого (N) и среднего (M) проводников — в соответствии с приложением 3.

В цепи защитных проводов (PE) нельзя включать аппараты детектирования тока и аппараты отключения тока (п. 5.1.2.1.3).

Один аппарат защиты может защищать от коротких замыканий несколько ответвлений.

5.2.2.1. Защита плавкими предохранителями или автоматическими выключателями.

При использовании плавких предохранителей тип и защитная характеристика предохранителя должны быть указаны в технической документации.

Разрывная мощность должна быть, как минимум, эквивалентна току короткого замыкания, ожидаемому в месте установки.

Допускается меньшая разрывная мощность, если другой элемент защиты (например предназначенный для общей защиты), обладающий необходимой разрывной мощностью, установлен со стороны питания. В этом случае характеристики элементов должны быть скоординированы таким образом, чтобы энергия, протекающая через оба последовательно соединенных элемента, не превысила той величины, которую могут выдержать без повреждения элементы, установленные на стороне нагрузки и провода, которые защищаются этими элементами. Быстродействующие выключающие аппараты на стороне питания должны быть настроены на величину тока, меньшую по крайней мере на 20% величины тока, которую может отключить аппарат на стороне нагрузки.

5.2.2.2. Релейная защита.

Допускается применять защиту ответвлений максимальными реле мгновенного действия, действующими на защитные элементы, которые обладают достаточной разрывной мощностью. Такие отключающие устройства могут служить для отключения одной или нескольких цепей или ответвлений либо в качестве устройства общей защиты, или аварийного останова (п. 5.6).

5.2.3. *Номинальные токи и токи уставки аппаратов защиты от коротких замыканий*

5.2.3.1. Номинальные величины токов плавких предохранителей или величины токов уставки других аппаратов защиты от коротких замыканий должны быть выбраны как можно меньшими с учетом токов перегрузки, возникающих, например, при пере-

грузке двигателей или при включении под напряжение трансформаторов.

5.2.3.2. Номинальная величина тока или тока уставки аппарата защиты от короткого замыкания ограничена наименьшим сечением проводников, защищаемых этим аппаратом, и должна определяться в соответствии с приложением 4, п. 2.

5.2.3.2.1. Вышеприведенные указания действительны для проводов с медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией для условий, если при величине тока, указанной в табл. 16 приложения 9 для какого-то наименьшего сечения жилы провода, наибольшая величина общего времени отключения аппарата (с учетом допусков и разброса характеристик) не превысит времени, указанного в табл. 16 (в той же строке).

5.2.3.2.2. Если в целях защиты от пусковых токов или по каким-либо другим причинам необходимо иметь более высокую величину номинального тока или тока уставки, чем указано в п. 2 приложения 4 или в п. 5.2.3.2.1, то сечение проводников должно быть соответственно увеличено.

5.2.3.2.3. Определение сечения проводников (изолированных) — по п. 9.3.

Примечание (*для электронного оборудования*). Проводной монтаж электронных цепей, по которым протекают установившиеся токи менее 2 А, размещенный внутри оболочек электронного оборудования, также как и проводники электронных цепей с низким уровнем напряжения на печатных платах или внутри элементов, может отличаться от требований пп. 5.2.3.2 и 5.2.3.2.1—5.2.3.2.3.

5.2.3.2.4. Аппараты защиты от короткого замыкания должны выбираться не только с целью защиты проводников, но так, чтобы они могли соответствовать требованиям координации с другими электрическими аппаратами. По вопросу защиты от коротких замыканий электронных устройств следует учитывать рекомендации их технической документации.

5.2.4. *Проводники, расположенные перед защищающими их аппаратами*

Проводники уменьшенного сечения, соединяющие цепь питания, имеющую проводники бо́льшего сечения, с аппаратами защиты от коротких замыканий в ответвлении, не должны иметь специальной защиты от коротких замыканий при условии, что:

1) их сечение, по меньшей мере, равно сечению, требуемому для проводников, расположенных за этими аппаратами защиты;

2) каждый проводник уменьшенного сечения, подведенный к аппаратам защиты, не должен быть длиннее 3 м;

3) проводники должны быть защищены от внешних воздействий с помощью оболочки или трубопровода;

4) проводники не должны размещаться вблизи горючих материалов.

5.3. Защита от перегрузки

5.3.1. *Защита электродвигателей*

5.3.1.1. Защита от перегрузки должна быть предусмотрена для каждого электродвигателя мощностью свыше 1 кВт, работающего обычно в продолжительном режиме. Такая защита от перегрузки рекомендуется для всех остальных электродвигателей и в особенности для электродвигателей насосов охлаждения.

Устройства определения перегрузки (кроме случаев использования устройства встроенной тепловой защиты) и отключающие контакты должны быть встроены в каждый проводник, за исключением нулевого (N) или среднего проводника (M). Все эти контакты, принадлежащие одному и тому же электродвигателю, должны замыкаться и размыкаться одновременно. Однако в некоторых случаях, по согласованию с потребителем, число устройств для определения перегрузки может быть сокращено.

5.3.1.2. Если для часто включаемого электродвигателя трудно выполнять защиту от перегрузки из-за того, что постоянная времени устройства не сопоставима с постоянной времени защищенной обмотки (электродвигателя, используемого для осуществления быстрых перемещений, зажимных механизмов, ускоренных реверсов, высокоскоростного сверления), то можно использовать только защиту от короткого замыкания.

Однако, если мощность превышает 2 кВт, рекомендуется использовать специальные устройства защиты (например реле зависимого действия нетеплового типа, тепловые реле с питанием от насыщенных трансформаторов или встроенные в электродвигатель термочувствительные элементы).

Использование встроенных термочувствительных элементов рекомендуется также для двигателей, у которых может ухудшаться охлаждение (например из-за загрязнения окружающей среды).

Если применяется защита встроенными термочувствительными элементами, то она может оказаться неэффективной (в зависимости от типов электродвигателей) для электродвигателей с заторможенным ротором. В этом случае может понадобиться дополнительное реле для защиты от перегрузки.

5.3.2. *Самозапуск электродвигателя в результате отключения устройства защиты*

Если в результате самозапуска электродвигателя после отключения устройства защиты от перегрузки (например после охлаждения нагревателя теплового реле) может возникнуть опасная ситуация, то должны приниматься меры по предупреждению самозапуска двигателя.

5.3.3. *Защита штепсельных разъемов*

Все токопроводящие проводники питающих цепей, кроме нулевого, разъемов, служащих для подключения временных потребителей, например приспособлений, должны иметь защиту от пе-

регрузок (отключающие контакты и устройства определения перегрузки).

5.4. Защита от самовключения при восстановлении питания после его отключения

Если самозапуск электродвигателя или самовключение других элементов после отключения и восстановления питания связано с опасностью или поражением током обслуживающего персонала, либо с повреждением машины или обрабатываемой детали, то такое самовключение должно быть предотвращено.

Если при работе машины допустимо прерывание ее питания на доли секунд, то может быть использован элемент нулевой защиты с выдержкой времени. Если применяются контакторы, то отключение с выдержкой времени и повторное включение ни в коем случае не должны препятствовать мгновенному отключению этих контакторов от аппаратуры управления (путевых переключателей, реле, кнопок управления).

5.5. Минимальная защита

В том случае, если недопустимое падение напряжения может быть причиной нарушения работы электрооборудования или возникновения опасности для обслуживающего персонала, повреждения машины или обрабатываемой детали, то должен быть предусмотрен элемент минимальной защиты, который обеспечит необходимую защиту при определенных значениях снижения величины напряжения.

5.6. Аварийное отключение и вводной включатель

Электрооборудование машины должно содержать аппараты, обеспечивающие:

1) остановку в случае возникновения опасности, а при необходимости, реверсирование движений;

2) отключение электрооборудования от источника питания.

Если в обоих случаях разрываются одни и те же цепи, то для выполнения этих пунктов может служить один аппарат, осуществляющий требования пп. 5.6.1 и 5.6.2.

5.6.1. *Аппарат аварийного отключения*

Если необходимо предотвратить опасность для обслуживающего персонала или повреждение машины, воздействие сигнала на аппарат аварийного отключения должно быть таким, чтобы как можно быстрее были отключены опасные элементы машины или машина была бы полностью остановлена.

Для этого должен быть использован один из следующих способов:

1) аппарат аварийного отключения подсоединяется таким образом, чтобы отключать питание от соответствующих цепей. Такой выключатель может быть ручного действия или управляемый дистанционно посредством отключения цепей управления;

2) цепи управления выполняются таким образом, что только от одной команды одновременно отключают все коммутирующие элементы во всех задействованных цепях питания.

Если, например, несколько контакторов соединены последовательно (например реверсивные контакторы или контакторы для переключения со звезды на треугольник для одного и того же электродвигателя), то все их обмотки управления должны отключаться одновременно.

При торможении противотоком, в случае необходимости применения аварийного торможения или реверсирования двигателя до его отключения, соответствующие силовые цепи должны отключаться лишь после выполнения указанных мер безопасности.

В случае применения торможения противотоком в сочетании с аварийным отключением должны быть приняты все меры по предотвращению реверса двигателя (п. 6.2.4.4).

Команда на отключение должна подаваться на устройства отключения воздействием через прямую механическую связь, либо размыканием управляющей цепи, обычно находящейся под напряжением. Эти цепи должны удовлетворять требованиям, указанным в п. 5.7.

5.6.1.1. Аппарат аварийного отключения в соответствии с вышеуказанным способом в перечислении 1) п. 5.6.1 должен обеспечивать отключение тока, слагаемого из наибольшего тока, возникающего при заторможенном наибольшем электродвигателе машины, и суммы номинальных токов всего прочего оборудования. Аппарат аварийного отключения в соответствии со способом по перечислению 2) п. 5.6.1 должен иметь достаточную отключающую способность для размыкания тока в цепи управления (АС 11 в соответствии с ГОСТ 12434—83). Коммутационная аппаратура, срабатывающая по сигналу, описанному в перечислении 2), должна обладать такой же отключающей способностью, как и включатель, описанный в перечислении 1), но только для цепей, питающихся непосредственно через нее.

Если отключающая способность аппарата аварийного отключения в соответствии с перечислением 1) или 2) (автоматический выключатель, контактор) достаточно велика, то он может быть оснащен расцепителем или реле и может служить, кроме того, для защиты от перегрузки и (или) короткого замыкания.

5.6.1.2. Воздействие на аппарат аварийного отключения должно быть безопасным для обслуживающего персонала или машины и не должно прерывать питания такого вспомогательного оборудования, как электромагнитные патроны, тормозные устройства, системы ЧПУ и др., которое должно быть всегда, даже в аварийной ситуации, в рабочем состоянии.

Если это требуется для безопасности обслуживающего персонала, воздействие на аппарат аварийного отключения должно вызывать реверсивные движения.

Возвращение в исходное положение аппарата аварийного отключения не должно вызывать повторного включения какой-либо части машины.

5.6.1.3. Органом (органами) воздействия на аппарат аварийного отключения может быть:

1) рукоятка выключателя аварийного отключения;

2) одна или несколько кнопок управления с грибовидными толкателями;

3) трос (тросы), протянутый вдоль защищенной зоны, с помощью которого производится аварийное отключение, если его потянуть или он будет оборван;

4) ограждающая штанга (штанги) или педаль (педали) без механического защитного козырька;

5) любой аналогичный элемент, который может быть более приемлем для этой цели.

Органы воздействия должны быть расположены таким образом, чтобы они были хорошо видны и легко доступны оператору с его рабочего места и поста управления. Если машина имеет несколько рабочих мест или пультов управления либо других ответственных мест, то с каждого из них орган воздействия должен быть легко доступен или, что предпочтительнее, каждый из них должен быть оснащен органом воздействия.

Все эти органы воздействия должны быть окрашены в красный цвет. Если органы воздействия имеют форму рукоятки или кнопки, то поверхность за ними или под ними для контраста должна быть окрашена в желтый цвет.

При наличии нескольких органов воздействия повторное включение машины должно быть возможным лишь после того, как все органы воздействия, которые были ранее задействованы для отключения, будут вручную приведены в начальное состояние, для чего (например в случае применения аппаратов аварийного отключения дистанционного действия) их органы воздействия должны оснащаться защелками (механическими).

Примечание. При наличии нескольких кнопок управления механическая блокировка кнопок считается удовлетворительной, если кнопка аварийного отключения фиксируется в нажатом (вызывающем отключение) положении и восстановление (освобождение) происходит вручную.

5.6.2. *Вводной выключатель*

Вводной выключатель ручного действия должен обеспечивать отключение электрооборудования машины от источника питания на время чистки машины, обслуживания, ремонта и остановки на длительный период.

Крупные машины с несколькими механически и независимо друг от друга работающими узлами, каждый из которых имеет собственное электрооборудование, могут быть оснащены отдельными вводными выключателями для каждого узла.

Если используются несколько источников питания (п. 4.3.1), то каждый из них можно оснастить самостоятельным вводным выключателем. В том случае, если манипулирование одним из вводных выключателей может повлечь за собой возникновение опасности для человека или вызвать поломку оборудования, то следует предусмотреть защитную блокировку.

Вводной выключатель (выключатели) должен отвечать требованиям пп. 5.6.2.1—5.6.2.3 и быть одним из следующих:

1) иметь исполнение в виде выключателя-разъединителя по ГОСТ 12434—83 для категории применения не менее АС 23;

2) иметь исполнение в виде разъединителя, оснащенного специальными вспомогательными контактами, которые во всех случаях вызывают отключение нагрузки контактором ранее размыкания главных контактов разъединителя;

3) выполненным в виде автоматического выключателя;

4) для небольших машин с номинальным током, не превышающим 16 А, если общая мощность установленных электродвигателей не превышает 2 кВт, может быть использован штепсельный разъем.

5.6.2.1. Если вводной выключатель установлен так, что оператору обеспечен свободный доступ к нему, то его отключающая способность для случаев, указанных в перечислениях 1) и 2) п. 5.6.2, должна быть такой же, как и у аппарата аварийного отключения.

Если в качестве вводного выключателя применяется штепсельный разъем, то он должен иметь отключающую способность не менее номинального тока машины при номинальном напряжении.

5.6.2.2. Вводной выключатель, соответствующий условиям перечислений 1), 2) и 3) п. 5.6.2 (выключатель-разъединитель, разъединитель или автоматический выключатель), должен отвечать следующим требованиям:

1) его основным назначением является отключение электрооборудования от источника питания, в связи с чем он должен иметь лишь одно положение «выключено» и одно — «включено», четко обозначенное через «0» и «1» по ГОСТ 25874—83;

2) должен иметь видимый разрыв или указатель положения, который не может показывать состояние «выключено» до тех пор, пока все контакты не будут разомкнуты и не будет достигнуто расстояние, соответствующее требованиям приложения 5;

3) должен иметь рукоятку управления, расположенную снаружи (исключение по п. 5.6.2.3). Если вводной выключатель не

используется в качестве аппарата аварийного отключения (последний абзац п. 5.6), то его рукоятка управления не должна окрашиваться в красный цвет. В этом случае рекомендуется использовать черный или серый цвет;

4) должно быть предусмотрено приспособление, предназначенное для запирания вводного выключателя в отключенном состоянии (например при помощи висячих замков);

5) вводной выключатель (выключатели) должен отключать все проводники, находящиеся под напряжением и идущие от источника питания, кроме цепей, указанных в п. 5.6.2.5; в случае использования нескольких источников питания (п. 5.6.2) — все проводники всех источников питания. Однако в сетях питания по схеме TN, согласно СТ СЭВ 3230—81 (приложение 9, вопрос 11) нулевой проводник (N) может отключаться и не отключаться (п. 4.3.2).

5.6.2.3. Автоматические выключатели, управляемые внешним источником энергии (управляемые электрически, сжатым воздухом), могут быть использованы в качестве вводных выключателей, если выполняются следующие требования:

1) должны иметь орган ручного управления (воздействие на такой орган снаружи должно быть невозможным, если снаружи имеются другие средства для отключения выключателя);

2) если они замкнуты (например замком в отключенном состоянии), то ручное и дистанционное включения должны быть невозможными.

5.6.2.4. Рукоятка вводного выключателя должна быть легко доступной и располагаться на высоте от 0,6 до 1,9 м от пола или от уровня обслуживания.

5.6.2.5. Следующие цепи должны питаться, не проходя через вводной выключатель:

1) цепи освещения, необходимые для освещения при уходе за машиной или при ремонтных работах;

2) цепи штепсельных разъемов, используемых исключительно для подсоединения инструмента для ремонта и обслуживания (например ручных дрелей);

3) цепи расцепителей защиты от снижения напряжения, независимо от величины этого напряжения, которые используются только для автоматического отключения в случае повреждения источника питания;

4) цепи управления — по п. 5.6.2.7.

Во всех этих случаях рядом с вводным выключателем должно быть помещено предупреждение, а в инструкции по техническому обслуживанию — соответствующее указание, в котором обращается внимание на то, что отдельные цепи могут оставаться подсоединенными к источнику питания.

Рекомендуется такие цепи оснащать своими собственными разъединителями (вводными выключателями).

5.6.2.5.1. Дополнительные требования.

Цепи питания УЧПУ могут подключаться к источнику питания, не проходя через вводной выключатель.

5.6.2.6. Для предотвращения случайного прикосновения с частями, которые остаются под напряжением после отключения вводного выключателя, эти части должны быть закрыты индивидуальными крышками даже в случае удаления перегородок, открывающих доступ к отключенным частям. На таких специальных крышках или ограждениях должны быть нанесены предупреждающие знаки в соответствии с п. 3.1.1.

Это требование не распространяется на вводные контактные зажимы вводного выключателя при его установке в отдельную оболочку, а также на цепи сверхнизкого напряжения по пп. 5.1.2.3 и 5.1.3.

5.6.2.7. Для проводников цепей управления, используемых для блокировок, питаемых от внешнего источника и остающихся под напряжением после отключения вводного выключателя, рекомендуется использовать оранжевую окраску. При прокладке указанных цепей в отдельных замкнутых каналах (рукавах) применение какого-либо цвета не регламентируется. Если для цепей предусмотрена установка соответствующих предупреждающих табличек, то требование п. 5.6.2.6 не должно распространяться на них.

5.7. Защита в случае неполадки

Если неисправность электрооборудования может иметь опасные последствия, то в целях предупреждения их возникновения должны предприниматься соответствующие меры, такие как:

1) использование механической защиты машины;

2) соответствующая блокировка электрических цепей управления механическими перемещениями;

3) добавление цепей, обеспечивающих выполнение защитных функций;

4) дублирование (утроение) цепей.

Примечание. Требование может быть реализовано, например, путем дублирования или утроения цепей, сочетающих функции контроля, что позволяет осуществлять функции управления только при идентичности по меньшей мере двух сигналов управления.

Допускается использовать одновременно одну или несколько из перечисленных выше мер, а также и другие эффективные меры, при этом особое внимание должно обращаться на пропадание (обрыв) сигналов обратной связи.

5.7.1. Если в цепях защиты используются промежуточные реле (т. е. при повреждении одного из реле теряется эффективность особых мер защиты), то они должны дублироваться, и контакты каждого реле из этой пары должны подключаться к соответствую-

щим цепям таким образом, чтобы обеспечить в случае отказа одного реле защиту цепи.

Включение и отключение реле должно автоматически контролироваться по меньшей мере один раз во время цикла включения и остановки машины.

5.7.2. В случае возникновения неполадки должны приводиться в рабочее состояние специальные защитные цепи, с помощью которых неисправность элемента или аппарата, короткое замыкание цепи или отключения ее питания приводит, например, к:

1) быстрому останову;

2) останову или реверсу перемещения частей, создающих опасные ситуации, до того, как произойдет повреждение;

3) применению защитного ограждения, ограничивающего доступ в опасную зону.

Более того, в случае неполадок должно быть исключено возникновение опасных ситуаций как для персонала (или машины), так и, если это указано в технической документации, для обрабатываемой детали.

5.8. Помехи (требования к электронному оборудованию)

5.8.1. Электрические помехи, создаваемые электронным оборудованием, должны быть сведены к минимуму. Допустимые пределы и методы определения характеристик радиопомех по промышленному высокочастотному оборудованию — по ГОСТ 23450—79.

5.8.2. Нежелательного влияния электростатических и электромагнитных помех можно избежать за счет использования соответствующих фильтров и задержки по времени, выбора определенных уровней мощности, соответствующих режимов, типов монтажа и т. п.

Рекомендуются следующие меры по уменьшению уровня помех, в особенности там, где используются датчики с низким уровнем выходного сигнала:

1) общие соединения или цепь опорного потенциала — каждое общее соединение должно рассматриваться как одна цепь, подсоединяться к центральной опорной точке (или нескольким точкам) и заземляться с помощью изолированных проводников большого сечения;

2) соединения, относящиеся к конструкции,— в каждом оборудовании все соединения, относящиеся к конструкции, сходятся в одной общей точке, а между выдвижными блоками и оболочками используются проводники большого сечения в оплетке; проводники, которые подводятся к конструкции, должны быть, по возможности, короче;

3) передача сигналов — использование электростатических и электромагнитных экранов, скрученных проводников и специального монтажа (пересечение проводников под большим, а не под

малым углом) позволяет избежать нарушения передачи сигналов из-за помех, наведенных управляющими или силовыми проводниками;

4) разделение оборудования — разделение и (или) экранирование чувствительного оборудования (импульсных устройств и (или) устройств с низким уровнем сигнала) от переключающих устройств, таких, как электромагнитные реле, тиристоры и т. д.

6. ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ И СИГНАЛИЗАЦИИ

6.1. Питание и защита цепей управления и сигнализации

6.1.1. *Использование трансформаторов*

6.1.1.1. Для сложных машин, например, имеющих более 5 катушек электромагнитных аппаратов (контакторов, реле электромагнитных золотников) или аппараты управления и приборы, расположенные вне оболочек, для питания цепей управления и сигнализации рекомендуется применять трансформаторы. Такие трансформаторы должны иметь разделенные обмотки и быть подсоединены к вводному выключателю со стороны нагрузки преимущественно к двум фазам.

6.1.1.2. Требования к электронному оборудованию.

При питании электронных цепей управления и сигнализации использование трансформаторов обязательно.

6.1.1.3. Дополнительные требования.

Для цепей управления использование трансформатора обязательно.

Трансформаторы управления и сигнализации должны питать только цепи управления и сигнализации и иметь резервную мощность не менее чем на 25% превышающую требуемую для обеспечения возможного подсоединения в дальнейшем дополнительных нагрузок.

6.1.2. *Непосредственное подключение к источнику питания*

Непосредственное подключение цепей управления к источнику питания может быть допущено без использования специальной защиты, оговариваемой во 2-м абзаце п. 6.2.2 3, только в том случае, если система питания имеет глухозаземленную нейтраль. В этом случае цепь управления должна подсоединяться между фазным проводом и заземленной нейтралью.

Использование заключенных в отдельную оболочку пускателей допускается без соблюдения требований п. 6.2.2.

6.1.3. *Использование нескольких трансформаторов (дополнительное требование)*

Если имеется несколько трансформаторов управления, одновременно работающих в продолжительных режимах, то каждый трансформатор, по возможности, должен питать цепи управления

определенных механизмов. В соответствии с этим цепи управления должны быть такими, чтобы неработающее состояние одного механизма не было связано с опасностью для обслуживающего персонала, машины или процесса производства.

Если машина оснащена несколькими трансформаторами для цепей управления или сигнализации, имеющими одинаковые выходные напряжения, то рекомендуется подключать первичные обмотки этих трансформаторов таким образом, чтобы проводники вторичной обмотки были согласованы по фазе (т. е. в определенный момент имели бы один и тот же потенциал).

6.1.4. *Защита от перегрузки*

6.1.4.1. Цепи управления и сигнализации, непосредственно подключенные к источнику питания, и цепи, питающие трансформаторы управления и сигнализации, должны быть защищены от коротких замыканий в соответствии с пп. 5.2.2 и 5.2.3.

При выборе защитных аппаратов необходимо обеспечивать защиту контактов во вспомогательных цепях аппаратов от приваривания в случае возникновения короткого замыкания.

6.1.4.2. Если цепи управления и сигнализации питаются от трансформаторов, у которых один из выводов вторичных обмоток соединен с землей, защита от короткого замыкания должна быть предусмотрена только в незаземленном проводнике вторичной цепи.

6.1.4.3. Для цепей управления и сигнализации установка защиты от перегрузки необязательна.

6.1.4.4. Дополнительное требование.

Рекомендуется питание электромагнитов золотников, муфт и других соленоидов осуществлять от отдельной цепи управления, которая имеет независимую защиту от цепи управления, питающей реле и контакторы.

6.2. Цепи управления

6.2.1. *Предпочтительные величины напряжений для цепей управления*

6.2.1.1. Для цепей управления, подсоединенных непосредственно к источнику питания между фазами или между фазой и нейтралью (для простого электрооборудования), предпочтительная величина напряжения не может быть определена; в этих случаях величина напряжения цепей управления находится в прямой зависимости от напряжения источника питания.

Для цепей управления переменного тока, питаемых от трансформатора, рекомендуются следующие вторичные напряжения:

1) 24 или 48 В, 50 или 60 Гц.

Примечание. Из-за некоторых недостатков, возникающих при использовании очень низкого напряжения, особенно в цепях с контактами, находящимися под воздействием атмосферы, рекомендуется напряжение 48 В или более высокое напряжение;

2) 110 В, 50 Гц или 115 В, 60 Гц (значения, рекомендуемые для станков);

3) 220 В, 50 Гц или 230 В, 60 Гц;

Для цепей управления постоянного тока рекомендуемые напряжения: 24, 48, 110, 220, 250 В.

6.2.1.2. Требования к электронному оборудованию.

Допускается применение других значений низкого напряжения для питания электронных цепей и устройств, которые предназначены только для таких напряжений.

6.2.1.3. Дополнительное требование.

Для больших машин, длинных соединительных цепей или если имеется много последовательно соединенных контактов (из-за возможного падения напряжения) напряжение цепей управления 24 В или 48 В использовать не рекомендуется.

6.2.2. *Защита от непредвиденного включения при замыкании на землю*

6.2.2.1. Замыкание на землю любой цепи управления ни в коем случае не должно вызывать непредвиденного включения машины, опасных движений машины и препятствовать ее отключению.

Для выполнения этого требования рекомендуется одну сторону цепей управления подсоединять к цепи защиты, а обмотки и контакты подсоединять таким образом, как это указано в п. 6.2.3.

6.2.2.2. Требования к электронному оборудованию.

Для электронных цепей подсоединение к цепи защиты одной стороны цепи управления также может предотвратить непредвиденное включение. Если упомянутая мера защиты неэффективна или по каким-либо другим причинам подсоединение электронных цепей к цепи защиты нельзя выполнить, то могут использоваться другие меры, обеспечивающие подобную степень защиты.

6.2.2.3. Если цепь управления подсоединена непосредственно к двум фазным проводникам источника питания или к фазному проводнику и нейтрали, которая не заземлена либо заземлена через резистор с большим сопротивлением, то для включения и отключения машины должны использоваться двухполюсные выключатели управления, обеспечивающие защиту обслуживающего персонала или машины в случае ее непредвиденного включения или препятствования остановке. Такие же выключатели управления должны использоваться, если питание электрооборудования однофазное.

Цепи управления, не подсоединенные к заземленному нулевому проводнику и питаемые от трансформатора, должны оснащаться устройством контроля за состоянием изоляции, которое либо показывает замыкание на землю, либо автоматически отключает цепь при замыкании на землю.

Примечание. Отсутствие соединения незащищенных электропроводящих частей аппаратов с цепью защиты (см. пп. 5.1.2.2.—5.1.2.4. и 5.1.3) может сделать неэффективными меры защиты, описанные в этом и следующем пунктах.

6.2.3. *Подключение обмоток, контактов и устройств ввода-вывода*

6.2.3.1. Подключение обмоток и контактов.

В цепях управления с одной стороной, соединенной с заземленным нулевым проводником (или предназначенной для соединения), один из выводов (желательно, чтобы этот вывод имел бы всегда одинаковую маркировку) обмотки каждого аппарата с электромагнитным управлением (или вывод других электрических аппаратов) должен непосредственно подключаться к этой стороне цепи управления, а все контакты аппаратов управления, которые управляют обмоткой (или аппаратом), должны располагаться между другими выводами обмотки (или аппарата) и другой стороной цепи управления, которая не подключена к заземленному нулевому проводнику.

Допускаются следующие исключения из этого правила:

1) контакты реле защиты (например реле защиты от перегрузки) могут быть расположены между обмоткой и заземленным нулевым проводником при условии, что провода между этими контактами и обмотками аппаратов управления, на которые действуют контакты реле, находятся в одной и той же оболочке;

2) в особых случаях, если различные комбинации контактов приводят к упрощению внешних управляющих устройств (троллеев, кабельных барабанов, многополюсных штепсельных разъемов) и при условии соблюдения требования первого абзаца п. 6.2.2.1.

Примечание. В случае перечисления 2) настоящего пункта требуется весьма тщательная конструктивная проработка, которая должна исключить опасное состояние при возникновении неисправности.

6.2.3.2. Подсоединение устройств ввода-вывода (требования к электронному оборудованию).

Во избежание возникновения опасных ситуаций устройства ввода-вывода должны быть включены в ту часть цепи управления, которая не соединена с заземленным нулевым проводником и не подключена к опорному потенциалу.

6.2.4. *Защитные блокировки*

6.2.4.1. Действие вспомогательных устройств.

6.2.4.1.1. Если отключение электродвигателя или механизма, используемых во вспомогательных устройствах (например в устройствах для смазки, охлаждения или удаления стружки), связано с возникновением опасности для обслуживающего персонала, поломкой машины или повреждением продукции, то непредвиденное отключение таких устройств (например при срабатывании реле защиты) должно остановить все электродвигатели, работа которых может вызывать аварию, если они не будут одновременно отключены.

6.2.4.1.2. Дополнительное требование.

Правильная работа вспомогательных устройств должна контролироваться соответствующими устройствами (например датчиками давления).

6.2.4.2. Блокировки между различными механизмами.

Если одновременная работа различных механизмов может привести к их повреждению, то должны быть предусмотрены соответствующие блокировки, предотвращающие такую одновременную работу.

6.2.4.3. Блокировки в управлении встречными движениями.

Все контакторы, реле и электронные устройства, управляющие элементами машины, которые при одновременном включении могут создавать аварийную ситуацию (например могут вызвать встречные движения), должны быть защищены от неправильной работы. Реверсивные контакторы, предназначенные для управления направлением вращения электродвигателя, должны быть сблокированы таким образом, чтобы в нормальных условиях эксплуатации не могло возникнуть короткое замыкание в случае их включения.

6.2.4.4. Торможение противовключением.

Если для электродвигателя используется торможение противовключением, то должны быть приняты меры, предотвращающие при окончании торможения реверс электродвигателя, если это опасно для обслуживающего персонала или может вызвать повреждение обрабатываемой детали.

Использование для этой цели элемента управления, действующего только в функции времени, не допускается.

Цепи управления должны быть составлены таким образом, чтобы вращение электродвигателя за вал вручную или иным способом не могло вызвать его ошибочного включения.

6.2.4.5. Защита электродвигателей постоянного тока от превышения скорости вращения (от разгона до разноса).

Для защиты электродвигателей постоянного тока от превышения скорости вращения свыше допустимого значения следует применять элементы защиты, при наличии опасности такого превышения. Для шунтовых электродвигателей или электродвигателей с независимым возбуждением вместо такой защиты может быть применен элемент, контролирующий обрыв цепи возбуждения.

6.2.4.6. Защита от перебега.

Если перебег может создать аварийную ситуацию, любой датчик положения, обычно контролирующий нормальную отработку цикла, должен дублироваться датчиком положения, надежно останавливающим все относительные перемещения.

Рекомендуется, чтобы этот второй датчик положения отключал непосредственно силовую цепь электродвигателя или производил останов всей машины.

6.2.5. Операции «Включение» и «Отключение» должны выполняться следующим образом:

1) операция «Включение» должна выполняться подачей напряжения в соответствующую цепь или, в случае использования электронных двоичных элементов, приведением последних в состояние, соответствующее логической 1;

2) операция «Отключение» должна выполняться снятием напряжения с соответствующей цепи или, в случае использования электронных двоичных элементов, приведением последних в состояние, соответствующее логическому 0;

3) операция «Отключение» должна всегда отменять операцию «Включение».

Если в технически обоснованных случаях (как исключение) одно или несколько упомянутых требований не могут быть выполнены, то безопасность работы должна обеспечиваться другими способами.

6.2.6. *Включение цикла*

Включение цикла или процесса должно быть возможно только тогда, когда выполнены все меры безопасности для обслуживающего персонала, машины и обрабатываемой детали, а устройства, необходимые для выполнения вспомогательных операций, находятся в исправном состоянии.

Для обеспечения правильной последовательности протекания включения циклов и процессов должны быть предусмотрены соответствующие блокировки. Для проведения работ по наладке в схеме может быть предусмотрено переключение на работу в таком режиме, при этом должно сохраняться надежное действие блокировок, обеспечивающих безопасность обслуживающего персонала, насколько это возможно.

Цепи, обеспечивающие выполнение операций, указанных в пп. 6.2.6.1, 6.2.6.2 и 6.2.6.3, должны быть выполнены таким образом, чтобы исключить отработку команды «Включение» при наличии в них какой-либо неполадки.

6.2.6.1. Кнопки управления «Включение цикла».

Если на машине работает несколько операторов и требуется, чтобы они все были подготовлены к работе до начала цикла, то у каждого оператора должна быть своя кнопка управления «Включение цикла», которая позволяет включать цикл только при одновременном их удержании во включенном состоянии.

Допускается дополнительно применение переключателя управления с замком, который позволяет использовать для управления только одну или несколько (не все) кнопок, или дает возможность применения кнопок для включения цикла в определенной последовательности.

6.2.6.2. Автоматическое отключение при окончании цикла и невозможность повторения цикла.

Если непредусмотренное или случайное повторение цикла может вызвать аварийную ситуацию, то цепи управления должны быть выполнены так, чтобы повторение цикла не могло произойти даже в случае воздействия на один из органов управления, расположенных на рабочем (рабочих) месте (местах) оператора (операторов). Машина должна останавливаться в конце каждого цикла без вмешательства оператора. Начало каждого нового цикла должно происходить только после воздействия на все органы управления.

6.2.6.3. Управление двумя руками.

Пункт применяется совместно с п. 6.2.6.2.

Если для безопасной работы оператора (операторов) требуется управление двумя руками и только двумя руками, т. е. если оператор (или операторы) должен убирать свои руки из опасной зоны, то устройство управления для каждого оператора должно иметь по две кнопки «Включение цикла».

Эти кнопки управления должны находиться одновременно в рабочем состоянии на протяжении всего цикла или, по крайней мере, на то время, за которое продолжение протекания цикла не сможет привести к какому-либо опасному состоянию.

Каждая пара кнопок управления должна располагаться так, чтобы работа с ними требовала постоянного воздействия обеих рук оператора (операторов).

Кроме того, необходимо, чтобы управление от обеих кнопок происходило за ограниченное время (см. приложение 8, перечисление 28).

Примечание. Рекомендуется выбирать следующие промежутки времени 0,2; 0,5; 1 с.

Цепь управления должна быть разработана так, чтобы, если ограничение по времени истекло, то для включения цикла обе кнопки сначала должны быть отпущены, а потом снова нажаты.

6.2.6.4. Применение одного пульта управления для включения электродвигателей (дополнительное требование).

Для включения электродвигателей, которые должны работать до начала автоматического цикла работы, следует применять только один пульт управления. Однако, если это необходимо, должно быть установлено несколько кнопок «Отключение».

6.2.7. *Аварийное отключение*

После любого аварийного отключения во время автоматического цикла должно быть возможно окончание протекания цикла или возврат в исходное положение (требование к аппаратуре аварийного отключения по п. 5.6.1).

6.2.8. *Автоматический режим, ручное управление*

6.2.8.1. Машины с автоматическим циклом работы должны при необходимости иметь возможность ручного индивидуального

управления различными элементами для проверки или регулирования.

При работе в автоматическом режиме кнопки ручного управления не должны действовать или должны управлять таким образом, чтобы при пользовании ими исключалась возможность вмешательства в автоматическую последовательность действий машины.

При ручном управлении любая возможность включения автоматического цикла должна быть исключена.

Как при ручном, так и при автоматическом режимах должны обеспечиваться определенные условия включения цикла и требования безопасности.

6.2.8.2. Дополнительные требования.

На машинах с несколькими рабочими, контрольными или другими пультами (например на агрегатных станках) каждый рабочий пульт должен оснащаться индивидуальными устройствами для ручного управления различными элементами. Должно обеспечиваться соответствие органов ручного управления (кнопок, рукояток) определенным пультам. Во избежание возникновения непредвиденных нарушений при автоматическом режиме каждый рабочий пульт или группа пультов должны иметь запираемые ключом переключатели, разрешающие режим ручного управления с этих пультов.

6.2.9. *Управление последовательностью операций в автоматическом режиме*

6.2.9.1. Электрически управляемая последовательность перемещений.

Если при непрерывном режиме работы требуются определенные перемещения механизмов (например перемещение стола), то эти перемещения должны управляться непосредственно путевыми переключателями или датчиками положения, четко определяющими положение этих механизмов (п. 8.1.4).

Если датчик давления служит для ограничения перемещения механизмов в гидравлической системе управления путем непосредственного воздействия на эту гидросистему, то действие этого датчика должно быть всегда подтверждено таким датчиком положения, который непосредственно ограничивает перемещение механизма и разрешает последующие действия.

Требования предыдущего абзаца не учитываются, если датчик положения не может быть установлен из-за малых габаритов механизма.

Аппараты с выдержкой времени могут быть использованы лишь для поверочных операций, которые являются функцией времени. Они никогда не могут быть использованы для ограничения перемещений элементов машины.

6.2.9.2. Проверка выполнения некоторых операций (дополнительное требование).

Если определенные операции (возврат механизмов, их поворот, контроль, работа головок) оказались незаконченными, то для предотвращения включения нового цикла работы машины следует предусматривать блокировки.

Если необходимо запоминание какой-либо ситуации, то при отключении питания такая память не должна сбрасываться или должна быть предусмотрена блокировка, исключающая непреднамеренное повторение включения при восстановлении питания.

6.2.9.3. Взаимосвязанные перемещения.

Если для безопасной или непрерывной работы требуется взаимосвязь между определенными механизмами, то работа последних должна быть соответственно скоординирована.

6.3. Цепь сигнализации

6.3.1. При использовании отдельной цепи сигнализации, не подключенной к цепи управления, рекомендуется использовать напряжение 24 В переменного или постоянного тока. В этом случае применяются лампы на напряжение от 24 до 28 В.

Если используются индивидуальные трансформаторы, встроенные в сигнальные приборы, то должны применяться лампы на напряжение 6 В (предпочтительное значение) или на 24 В. В этом случае цепь сигнализации может подсоединяться к цепи управления.

6.3.2. *Требования к электронному оборудованию*

Электронные цепи сигнализации могут иметь напряжение менее 24 В.

7. КОНСТРУКЦИЯ, РАЗМЕЩЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

7.1. Требования, относящиеся к электрооборудованию в целом

7.1.1. *Размещение электрооборудования*

Электрооборудование (если это целесообразно) следует сгруппировать в одном или нескольких комплектных устройствах управления. На машинах допускается устанавливать только такие аппараты, как кнопки, переключатели управления, датчики положения (путевые выключатели), муфты, двигатели, которые исполняют свои функции на данном месте.

Крупные машины могут иметь индивидуальные комплектные устройства управления для отдельных узлов машины.

Элементы, выделяющие тепло (например резисторы), должны располагаться так, чтобы превышение температуры всех элементов внутри оболочки оставалось в допустимых пределах.

Такие элементы, рассеивающие достаточно много тепла, как пусковые резисторы для включения двигателей, должны монтироваться в отдельных, при необходимости вентилируемых, секциях.

7.1.2. *Доступ к аппаратам*

7.1.2.1. Электрические аппараты должны быть установлены таким образом, чтобы обеспечивался как доступ к ним на случай замены, так и опознавание без перемещения их самих и проводов. Для тех аппаратов, которые требуют проверки с целью надлежащего действия или для которых может потребоваться замена, эти действия должны выполняться без демонтажа каких-либо устройств или частей машины, за исключением открывания дверей или удаления крышек.

Если для демонтажа аппарата требуется специальный инструмент, то он должен поставляться вместе с электрооборудованием.

Электрические аппараты, требующие доступа к ним для обслуживания или регулировки, должны располагаться на высоте от 0,4 до 2 м от площадки для обслуживания.

Контактные зажимы всех аппаратов и наборы зажимов должны располагаться на высоте не ниже 0,2 м от площадки для обслуживания. Кроме того, наборы зажимов должны быть размещены так, чтобы провода могли быть легко подсоединены к ним.

7.1.2.2. Дополнительные требования.

Электрические аппараты или ячейки должны устанавливаться таким образом, чтобы обеспечивался доступ к ним для закрепления и легкой их замены с фронта без демонтажа несущей конструкции.

7.1.3. *Воздушные зазоры и пути утечки*

Расположение электрических аппаратов должно быть таким, чтобы воздушные зазоры и пути утечки, требуемые для них, соответствовали установленным в стандартах на конкретные виды аппаратов.

В защищенных оболочках, соответствующих п. 5.1.1.1, расстояние между механическими частями, обеспечивающими защиту, и частями, находящимися под напряжением, не должно быть менее того значения, которое указано для воздушных зазоров и путей утечки в приложении 6, если только для механических частей не применен электроизоляционный материал.

7.2. Комплектные устройства управления

Комплектные устройства управления должны соответствовать указанным ниже требованиям, а также требованиям п. 7.1.

7.2.1. *Степени защиты*

Для обеспечения защиты от непосредственного контакта с находящимися под напряжением частями и от попадания внутрь твердых посторонних тел наименьшая степень защиты должна соответствовать IP2X по ГОСТ 14254—80, однако для расположенных наверху легко доступных поверхностей наименьшая степень защиты должна быть IP4X.

Защита от попадания внутрь твердых посторонних тел и от попадания жидкости должна соответствовать влиянию внешних ус-

ловий, в которых находится машина (пыль, стружка и механические повреждения). Кроме того, на степень защиты влияет чувствительность встроенных элементов.

В том случае, когда дверцы или крышки оболочек должны быть открыты для нормальной работы машины (например, чтобы был свободный доступ к кнопкам регулирования или рукояткам некоторых управляющих переключателей), необходимая степень защиты, не менее IP2X, должна быть обеспечена даже при открытых дверях или крышках.

Отверстия для входа и выхода воздуха при вентиляции должны быть защищены от попадания в них водяных и масляных брызг, стружки с помощью дополнительных приспособлений (например с помощью фильтров) или соответствующим размещением и ориентацией.

Если для размещения комплектного устройства управления в качестве защитной оболочки используется специальное закрытое помещение, то для стен, дверей и т. п. должна быть предусмотрена соответствующая степень защиты от проникновения твердых посторонних тел, жидкости и пыли.

Ниже приведены некоторые примеры электрооборудования со степенями защиты (в зависимости от конкретных условий их установки могут быть необходимы и другие степени защиты):

1) вентилируемые, содержащие только пусковые резисторы для двигателей и другое оборудование больших размеров,— IP22;

2) вентилируемые, содержащие другое оборудование,— IP33;

3) используемые на обычных механических предприятиях и в металлообрабатывающей промышленности — IP43;

4) используемые в текстильном и деревообрабатывающем производстве — IP54;

5) используемые в помещениях, уборка которых производится водяной струей (из шланга),— IP55;

6) для защиты от мелкой пыли — IP65.

7.2.2. *Отверстия*

Все отверстия в оболочке, в том числе у пола, основания или в других частях машины, должны быть закрыты изготовителем таким образом, чтобы обеспечивалась требуемая для электрооборудования степень защиты. Отверстия для прокладывания проводов должны легко открываться на месте установки.

Между оболочками, содержащими элементы электрооборудования, и полостями с охлаждающей жидкостью, маслом для смазки и гидравлики, или в которые может попадать масло, другие жидкости и пыль, не должно быть отверстий. Эти требования не распространяются на электрические аппараты, специально разработанные для работы в масле (например электромагнитные муфты), или на электрооборудование, в котором используется охлаждающая жидкость.

Допускается предусматривать соответствующие отверстия в основании оболочек, имеющихся в машине, с тем, чтобы конденсирующаяся влага могла вытекать.

Если в оболочке имеются отверстия, предназначенные для ее крепления, следует предусмотреть, чтобы после монтажа они не нарушали требуемой защиты.

7.2.3. *Двери*

Оболочки рекомендуется оснащать дверями (преимущественно съемного типа), имеющими вертикально расположенные петли.

Рекомендуется, чтобы угол открывания был не менее 95°. Двери, как правило, должны быть не шире 0,9 м. Если двери запираются с помощью винтов или болтов, то последние должны быть невыпадающего типа.

Если цвет внутренней стороны двери отличается от наружной окраски, то рекомендуется применять для внутренней стороны оранжевый цвет.

7.2.4. *Расположение электрических аппаратов.*

7.2.4.1. В комплектных устройствах управления, создаваемых по индивидуальному проекту, для последующих изменений или небольших добавлений аппаратуры рекомендуется оставлять свободную площадь не менее 10%.

7.2.4.2. Дополнительные требования.

На дверях не допускается устанавливать какие-либо электрические аппараты, за исключением аппаратуры управления ручного действия, сигнальных и измерительных приборов.

Все аппараты, находящиеся под напряжением питающей сети, должны быть, как правило, сгруппированы отдельно от аппаратов, работающих только в цепях управления.

Вводной выключатель, описанный в перечислениях 1), 2) или 3) п. 5.6.2, должен устанавливаться в верхней части комплектного устройства управления (преимущественно с правой стороны), причем его рукоятка должна располагаться на передней части оболочки или сбоку, а над этим выключателем не следует монтировать другие аппараты.

7.2.5. *Части и элементы, не относящиеся к электрооборудованию*

В оболочках с электрооборудованием не должны располагаться такие части и элементы, которые не относятся к электрооборудованию, как:

1) механические части, к которым необходим доступ при нормальных условиях работы;

2) подвижные части (например вращающиеся валы);

3) устройства, необходимые для наладки механизмов, но не связанные с электрооборудованием.

Электрооборудование должно быть смонтировано таким образом, чтобы не препятствовать выполнению работ по механической

наладке машины и обслуживанию механического, гидравлического или пневматического оборудования.

7.2.6. *Расположение и транспортирование комплектных устройств управления*

Размеры устанавливаемых панелей и плат с электрооборудованием должны быть такими, чтобы обеспечивался их легкий проход через проемы в оболочках.

Тяжелые и крупногабаритные комплектные устройства управления, которые при транспортировании снимаются с машины или устанавливаются отдельно от машины, должны быть оборудованы средствами, предназначенными для их захвата с помощью кранов или других подобных механизмов.

8. АППАРАТЫ УПРАВЛЕНИЯ

8.1. Требования к аппаратам управления

8.1.1. *Размещение и монтаж*

Аппараты управления, по возможности, должны размещаться в чистом и сухом месте. К ним должен быть свободный доступ для работы и обслуживания. Они должны монтироваться таким образом, чтобы была минимальная возможность их повреждения транспортными или другими подвижными средствами.

Эти аппараты должны располагаться на высоте не менее 0,2 м от площадки для обслуживания. Однако это требование не относится к датчикам положения и к аппаратам управления, воздействие на которые осуществляется ногой. Требования к выключателям ручного управления указаны в п. 8.2.1.

8.1.2. *Защита*

Такие аппараты управления, как датчики положения, электромагнитные золотники, реле давления, устанавливаемые вне оболочек, должны быть защищены от любого воздействия окружающей машину среды, в том числе и от механических повреждений.

Защита должна обеспечиваться одним или несколькими указанными ниже способами:

1) выбором соответствующего места для размещения таких аппаратов управления;

2) применением достаточно прочной конструкции и материалов, которые могут выдержать возможные механические воздействия;

3) путем использования кожухов и других средств, обеспечивающих необходимую защиту от проникания стружки, пыли, масла или охлаждающей жидкости.

Соединения кожухов, оболочек и других защитных устройств должны быть химически стойкими к воздействию жидкостей, паров и газов, используемых в машине.

Не указанные в пп. 8.1.4—8.1.6 аппараты должны иметь степень защиты не менее IP54 по ГОСТ 14254—80.

8.1.3. *Аппараты управления со штепсельными разъемами*

Если аппараты управления присоединяются с помощью разъемов, то сочетаемость их частей должна определяться одинаковыми конструктивными признаками или одинаковой маркировкой и (или) обозначением.

Штепсельные разъемы, которые обслуживаются во время нормального режима работы, должны иметь конструктивные особенности, исключающие их неправильные соединения.

8.1.4. *Датчики положения (включая бесконтактные датчики положения)*

8.1.4.1. Механически действующие датчики положения должны быть установлены таким образом, чтобы исключалась возможность их поломки при переходе через заданные упорами положения.

Механически действующие датчики положения, используемые в цепях защиты, должны обладать положительным отключающим действием, т. е. если орган управления аппарата находится в положении, соответствующем разомкнутому состоянию аппарата, то его отключающие контакты должны быть разомкнуты. Это последнее положение должно соответствовать длине рабочего хода, определенной изготовителем для удовлетворительной работы контактов. При этом орган управления должен находиться в рабочем состоянии. На него должно быть оказано непосредственное жесткое механическое воздействие.

Если для безопасной работы используются датчики положения других типов (немеханического действия), то они должны обеспечивать ту же степень безопасности.

Датчики положения с постоянными магнитными не должны применяться для обеспечения безопасной работы (например для защиты от перебега в соответствии с п. 6.2.4.6).

Во всех случаях рекомендуется использовать контактные датчики положения мгновенного действия, кроме случая, когда датчики находятся в цепях защиты.

Если датчики положения не имеют встроенных элементов регулирования, то на машине следует иметь регулируемые кулачки (упоры). Овальные крепежные отверстия, служащие для крепления датчика, не следует использовать для регулирования положения.

8.1.4.2. Дополнительное требование.

Датчики положения должны быть оснащены реверсивным контактным элементом или только одним замыкающим и одним размыкающим контактами. Трехпозиционные датчики, работающие в двух направлениях, могут иметь такой комплект контактов для каждого направления. При потребности в большом количестве контактов следует использовать реле. В том случае, если контакты та-

кого промежуточного реле задействованы в цепях защиты, то должны выполняться требования по п. 5.7.1.

Конструкция датчиков положения должна обеспечивать в процессе работы минимальную степень защиты IP55.

При необходимости между подвижной управляющей частью и органом управления датчика положения должен быть предусмотрен передающий механизм, который обеспечивает лучшую доступность к датчику и защиту его от воды, масла, стружки и т. д.

8.1.5. *Электромагнитные механизмы*

После нагрева до нормальной установившейся температуры все электромагнитные механизмы должны надежно работать при колебаниях напряжения от 85 до 110% от номинального значения, за исключением муфт, для которых допустимы колебания от 90 до 110% независимо от величины воздушного зазора, если он регулируется.

Примечание. Под нормальной установившейся температурой понимается та температура, которая будет достигнута при продолжительном режиме работы в соответствующих условиях при номинальном напряжении.

Обмотки не должны выходить из строя при продолжительном режиме работы в соответствующих условиях, если напряжение питания на 10% выше номинального значения.

Обмотки электромагнитных механизмов, устанавливаемых на машине вне защитных оболочек (золотников, тормозов, муфт), должны иметь соответствующую защиту от воздействия конденсата. Коробки выводов или оболочки обмоток, или сами обмотки должны обеспечивать степень защиты не менее IP55.

При использовании электромагнитов переменного тока между электромагнитом и управляемым аппаратом должно быть предусмотрено соответствующее звено (например пружинное), которое обеспечивает полное замыкание магнитной цепи.

8.1.6. *Реле давления и температуры*

8.1.6.1. Реле давления и температуры должны иметь контакты мгновенного действия и оболочку со степенью защиты не менее IP55 по ГОСТ 14254—80.

8.1.6.2. Дополнительное требование.

Реле давления и температуры, должны иметь один переключающий элемент или один замыкающий контакт и размыкающий контакт. При потребности в большом количестве контактов следует использовать реле. Если контакты такого промежуточного реле задействованы в цепях защиты, то должны выполняться требования по п. 5.7.1.

8.2. Требования к выключателям ручного управления и световой сигнальной аппаратуре

О направлениях движения и расположения органов воздействия см. приложение 7.

8.2.1. *Доступность выключателей*

Органы воздействия выключателей ручного управления должны быть расположены так, чтобы они были легко доступны оператору с рабочего места и должны находиться на высоте не менее 0,6 м от уровня площадки для обслуживания. Они должны размещаться таким образом, чтобы оператор при воздействии на них не мог оказаться в опасной близости от подвижных или других частей машины.

Органы воздействия должны быть сконструированы и расположены таким образом, чтобы исключалась возможность случайного включения.

8.2.2. *Защита*

8.2.2.1. Степень защиты органов воздействия и кожухов выключателей управления, также как и колпачков светосигнальной арматуры, должна быть не менее IP54. Требуемая степень защиты должна обеспечиваться во время приложения управляющего воздействия на органы управления.

8.2.2.2. Дополнительное требование.

Степень защиты должна быть не менее IP55.

8.2.3. *Кнопки управления*

8.2.3.1. Относительное расположение кнопок управления.

Связанные между собой кнопки управления «ПУСК» или «ВКЛЮЧЕНИЕ» и «СТОП» или «ОТКЛЮЧЕНИЕ» рекомендуется располагать друг возле друга. Кнопка «СТОП» или «ОТКЛЮЧЕНИЕ» должна быть расположена ниже или слева от кнопки «ПУСК» или «ВКЛЮЧЕНИЕ», за исключением случая, когда имеются две кнопки «ПУСК» или «ВКЛЮЧЕНИЕ» (или две группы кнопок «ПУСК» или «ВКЛЮЧЕНИЕ»), управляющие противоположными направлениями движения, при этом кнопка «СТОП» или «ОТКЛЮЧЕНИЕ» может быть расположена между ними (см. приложение 7).

8.2.3.2. Цвет кнопок управления.

8.2.3.2.1. Красный цвет может быть использован лишь для обозначения функции «СТОП», «ОТКЛЮЧЕНИЕ» и аварийной кнопки. Кнопки «СТОП», «ОТКЛЮЧЕНО» и аварийная должны быть красного цвета.

Красный цвет предусмотрен для обозначения функции «СТОП» или для отключения главной цепи, т. е. при воздействии на красную кнопку она должна вызывать остановку оборудования, его отключение или включать сигнал пожарной тревоги.

8.2.3.2.2. Предпочтительным цветом для кнопок «ПУСК» или «ВКЛЮЧЕНИЕ», которые служат для замыкания коммутационных аппаратов, является зеленый цвет, но допускается использовать нейтральные цвета: черный, белый или серый.

8.2.3.2.3. Кнопками, служащими одновременно для «ПУСКА» и «СТОП» или «ВКЛЮЧЕНИЯ» и «ОТКЛЮЧЕНИЯ», могут быть:

1) кнопки управления, которые при воздействии на них несколько раз вызывают поочередно «ПУСК» и «СТОП» или «ВКЛЮЧЕНИЕ» и «ОТКЛЮЧЕНИЕ», должны быть черными, белыми или серыми. Красный или зеленый цвета в этом случае не должны использоваться;

2) кнопки управления, которые при воздействии на них вызывают передвижения, а при их освобождении останавливают передвижения (например толчковые или установочные кнопки управления) должны быть черными, белыми, серыми или зелеными, однако, предпочтение должно быть отдано черному цвету. Такие кнопки не должны быть красного цвета.

8.2.3.2.4. Кнопки управления возврата (например используемые с защитными реле) должны быть синими, черными, белыми или серыми, за исключением таких кнопок управления возвратом, которые служат также кнопками «СТОП» или «ОТКЛЮЧЕНИЕ» и в этом случае должны быть красного цвета.

8.2.3.2.5. Рекомендации по применению цветов для кнопок управления приведены в табл. 3.

Таблица 3

Цвет*	Значение цвета кнопки	Примеры применения
Красный	Действие в аварийном случае	Аварийный стоп. Предотвращение пожарной опасности
	«СТОП» или «ОТКЛЮЧЕНИЕ»	Общий стоп. Отключение одного и нескольких двигателей. Отключение узла машины. Отключение цикла (если оператор нажмет кнопку во время цикла, машина остановится после полного окончания цикла). Отключение коммутирующего аппарата. Возврат, объединенный со «СТОП».
Желтый	«Вмешательство»	Вмешательство для предотвращения ненормального состояния или во избежание нежелательных изменений (например возвращение механизмов машины в начальное положение перед циклом, если цикл не закончился). Нажатие желтой кнопки может снять какие-либо команды, которые были ранее намечены к исполнению

Продолжение табл. 3

Цвет*	Значение цвета кнопки	Примеры применения
Зеленый	«ПУСК»** или «ВКЛЮЧЕНИЕ»	Общие включения. Включение одного или нескольких двигателей. Включение узлов машины. Включение вспомогательных функций. Включение коммутационного аппарата. Включение цепей управления
Синий	Любое специфическое значение, для которого указанные в таблице цвета не предназначены	Значения, для которых красный, желтый и зеленый цвета не определены, можно произвольно обозначить этим цветом
Черный, серый, белый	Не имеют специфических значений	Могут быть использованы для любых значений, за исключением таких, когда кнопки действуют исключительно для выполнения функций «СТОП» или «ОТКЛЮЧЕНИЕ» Примеры: 1. Черный — толчковый или установочный режимы работы. 2. Белый — управление вспомогательными действиями, которые не имеют непосредственного отношения к циклу работы

* Не рекомендуется использовать другие цвета (например оранжевый или коричневый) с тем, чтобы обеспечить четкие разграничения между различными цветами.

** Если согласно п. 8.2.3.2.2 для «ПУСКА» или «ВКЛЮЧЕНИЯ» используются зеленый или черный цвета, то рекомендуется применять зеленый цвет для подготовительных операций, а черный цвет для исполнительных действий.

8.2.3.3. Обозначение кнопок управления.

В дополнение к функциональным обозначениям согласно п. 3.1.6 рекомендуется обозначать кнопки управления символами в соответствии с ГОСТ 25874—83, располагающимися либо рядом с кнопкой, либо непосредственно на ней, что предпочтительнее.

Например:

1) «ПУСК» или «ВКЛЮЧЕНИЕ» — ,

2) «СТОП» или «ВЫКЛЮЧЕНИЕ» — ,

3) кнопки, производящие попеременно «ПУСК» и «СТОП» или «ВКЛЮЧЕНИЕ» и «ВЫКЛЮЧЕНИЕ» — .

4) кнопки, которые при воздействии на них вызывают передвижение, а при их освобождении останавливают передвижение — Ⓣ .

8.2.3.4. Кнопки управления с грибовидным толкателем.

Кнопки управления с грибовидным толкателем красного цвета предназначены для аварийного отключения как в автоматическом режиме работы, так и при работе вручную.

Кнопки управления с грибовидным толкателем других цветов могут быть использованы как кнопки «ВКЛЮЧЕНИЕ ЦИКЛА» в режиме управления двумя руками (п. 6.2.6.3) или для машин, оснащенных механическими ограждениями. В этих случаях толкатели не должны быть красного цвета. Рекомендуется применять черный или серый цвет.

8.2.4. *Светосигнальная арматура (сигнальные лампы)*

Для светосигнальной аппаратуры, питаемой напряжением до 24 В, не применяют лампы с резьбовыми цоколями. Рекомендуется применять лампы с байонетными цоколями.

8.2.4.1. Случаи применения.

Включенная светящаяся арматура (в общих случаях — светящиеся знаки) служит для выдачи следующих типов информации:

1) указание на то, что оператор должен выполнять определенное действие.

Примечание. В этих случаях наиболее часто применяются красный, желтый, зеленый и синий цвета;

2) подтверждение команды положения или состояния либо протекания изменения или переходного процесса.

Примечание. В этих случаях наиболее часто применяют синий и белый цвета, а в отдельных случаях — зеленый.

8.2.4.2. Мигающая сигнализация.

Мигающая сигнализация может быть использована для бо́льшего отличия и информативности, и в особенности для придания дополнительной выразительности в следующих случаях:

1) для привлечения бо́льшего внимания;

2) для вызова немедленной реакции действием;

3) для указания рассогласования между выданной командой и действительным состоянием соответствующего устройства;

4) для указания о происходящем процессе изменения (мигание во время переходного процесса).

Если для информации о различной степени важности испо́льзуется мигающая сигнализация с различной частотой мигания, то бо́льшую частоту мигания рекомендуется применять для более важной информации.

8.2.4.3. Цвета светосигнальной арматуры.

Для светосигнальной арматуры должны быть использованы три цвета — красный, желтый, зеленый согласно указаниям в графе 2

табл. 4. Эти три цвета не должны применяться в светосигнальной арматуре для обозначения каких-либо других функций. Для других случаев следует применять светосигнальную арматуру синего и белого цвета, как это показано в табл. 4.

Таблица 4

Цвет арматуры	Значение цвета арматуры	Объяснение	Примеры применения
1	2	3	4
Красный	Опасность или тревога	Предупреждение о возможной опасности или о состоянии, при котором требуется немедленное действие	Падение давления в системе смазки. Температура превышает допустимые (безопасные) значения. Распоряжение на немедленную остановку машины (например из-за перегрузки). Существенно важный механизм остановился от срабатывания защитного аппарата. Опасность от находящихся под напряжением или движущихся частей
Желтый	Предостережение	Изменение состояния или предупреждение такого изменения	Температура (или давление) отличается от нормального значения. Перегрузка, которая может продолжаться только определенное время. Протекание автоматического цикла
Зеленый	Безопасность	Указание на безопасное состояние или разрешение на протекание процесса, свободу действия	Охлаждающая жидкость циркулирует. Автоматическое управление нагревом в действии. Машина подготовлена к действию — все необходимые вспомогательные устройства функционируют, находятся в начальном положении, давление в гидросистеме или напряжение на выходе моторгенератора

Продолжение табл. 4

Цвет арматуры	Значение цвета арматуры	Объяснение	Примеры применения
1	2	3	4
			соответствует номинальному значению и т. д. Цикл закончен и машина подготовлена для нового включения
Синий	Специальное назначение в случае, если имеется определенная потребность в таком сигнале	Синий цвет можно придавать любому специальному сигналу, который не попадает под действие перечисленных выше трех цветов: красного, желтого, зеленого	Указание о дистанционном управлении. Переключатель находится в положении «Наладка». Устройство находится в переднем положении. Ползучая скорость суппорта или механизма
Белый	Не предназначен для специфических сигналов (нейтральный)	Любое значение; может быть использован, когда имеется сомнение о возможности применения трех цветов — красного, желтого, зеленого (например для подтверждения)	Вводной выключатель находится во включенном состоянии. Выбор скорости или направления вращения. Вспомогательные действия, не относящиеся к автоматическому циклу, работают

8.2.5. *Кнопки управления со встроенной сигнализацией*

8.2.5.1. Общие требования.

Рассматриваемые кнопки управления со встроенной сигнализацией должны:

1) не менять цвета как при включенном, так и при отключенном состоянии;

2) возвращать самостоятельно толкатель в первоначальное положение после того, как он будет освобожден.

Значения цветов должны строго соответствовать приведенным в табл. 5; если они в ней отсутствуют — пп. 8.2.3.2 и 8.2.4. Если кнопка управления со встроенной сигнализацией не в состоянии выдержать такие требования, то следует применять раздельно кнопки управления и светосигнальную арматуру.

Кнопки управления со встроенной сигнализацией не должны применяться для аварийного отключения либо для установочных или толчковых перемещений.

Кнопки управления со встроенной сигнализацией нельзя использовать в качестве светосигнальной арматуры в том случае,

Таблица 5

Цвет и случаи применения	Значение включенного сигнала	Назначение кнопки	Примеры применения и примечания
Красный. Указание	*	«СТОП» или «ОТКЛЮЧЕНИЕ» и для некоторых случаев применения — «ВОЗВРАТ» (если только эта кнопка служит также для «ОТКЛЮЧЕНИЯ»)	
Желтый (янтарный). Указание	Внимание или предостережение	Включение действий, вызывающих устранение аварийного состояния	Отдельные величины (ток, температура) приближаются к своим допустимым значениям. Нажатие желтой кнопки управления может отменить какие-либо действия, которые были ранее намечены к исполнению
Зеленый. Указание	Машина или узел подготовлены к работе	«ПУСК» или «ВКЛЮЧЕНИЕ» после получения разрешения освещением толкателя	Включение одного или нескольких двигателей вспомогательного действия. Включение узлов машины. Включение электромагнитных патронов или плит. Включение цикла или его частичной последовательности (Операции)
Синий. Указание	Любое значение, для которого вышеперечисленные цвета и белый цвет не предназначены	Любая другая функция, для которой вышеперечисленные цвета и белый цвет не предназначены	Указание или распоряжение оператору выполнить определенное задание (например произвести регулировку — после выполнения этого действия он нажимает толкатель для подтверждения выполнения)

Продолжение табл. 5

Цвет и случаи применения	Значение включенного сигнала	Назначение кнопки	Примеры применения и примечания
Белый (бесцветный). Подтверждение	Постоянная ответная сигнализация, подтверждающая, что цепь включена, или что действие или перемещение началось или переключилось	Замыкание цепи, пуск или предварительное переключение (преселекция)	Включение вспомогательной цепи, которая не имеет непосредственного отношения к циклу работы. Пуск или переключение направлений, подачи, скорости, т. д.

* Использование кнопок управления со встроенной сигнализацией красного цвета не рекомендуется, однако, если они используются, их назначение должно строго соответствовать требованиям п. 8.2.3.2.

когда встроенные кнопки служат для проверки исправности ламп при их нажатии.

8.2.5.2. Случаи применения.

8.2.5.2.1. Указание.

Толкатель кнопки должен засветиться для того, чтобы показать оператору, что тот может или должен нажать светящийся толкатель или, в определенных случаях, сначала должен выполнить определенное действие, а потом нажать кнопку. Прием или исполнение распоряжения, которое выдается нажатием кнопки, подтверждается отключением лампы.

Последовательность действия: сначала толкатель засвечивается, потом нажимается кнопка.

Примечания:

1. В этих случаях наиболее часто применяются желтый, зеленый или синий цвета.

2. Для привлечения внимания, например, в случае аварии, может применяться мигающая сигнализация. При таком использовании кнопки управления, нажатие толкателя может переключать мигающий сигнал на непрерывное включение Кнопка может действовать только согласно требованиям п. 8.2.3.2. Непрерывное включение сигнала после этого остается до тех пор, пока имеет место аварийное состояние, которое устраняется специальной операцией.

8.2.5.2.2. Подтверждение.

Если кнопка с неосвещенным толкателем нажимается, то ее лампа подключается, подтверждая, что распоряжение, выданное нажатием на кнопку, принято или выполнено. Лампа остается включенной до тех пор, пока не последует отключающее распоряжение.

Последовательность действия: сначала нажимается кнопка, потом засвечивается лампа.

Примечания:

1. С этой целью, как правило, применяется белый цвет.

2. Кнопки управления белого цвета со встроенной сигнализацией применяются с мигающими сигналами для выдачи распоряжения «двойное подтверждение». Когда толкатель нажимается, лампа зажигается и мигает, подтверждая, что начался процесс включения, последовательная работа или переходный процесс. После того, как эти процессы закончатся, сигнал автоматически изменяется на непрерывное включение, подтверждая, что процесс стабилизировался.

8.2.5.3. Применение.

Рекомендации по применению цветов при различных назначениях кнопок управления со встроенными лампами приведены в табл. 5.

9. ПРОВОДА И КАБЕЛИ
(в дальнейшем — провода)

9.1. Типы проводов

9.1.1. Провода с жесткими жилами могут быть использованы для соединений только между неподвижно установленными частями. Во всех прочих случаях, а также в условиях воздействия вибраций следует применять гибкие или многопроволочные провода.

9.1.2. *Дополнительное требование*

Все провода сечением от 0,5 мм^2 и более должны иметь многопроволочные или гибкие жилы.

9.1.3. Все соединения, которые подвергаются частым перемещениям, должны иметь особо гибкую жилу.

Голые провода разрешается применять на стороне нагрузки после вводного выключателя при условиях, что их диаметр не менее 3 мм для проводов круглого сечения или их толщина не менее 2 мм для проводов прямоугольного сечения. Они должны быть жестко смонтированы между неподвижными частями и иметь соответствующую защиту от случайного прикосновения (см. п. 5.1.1).

9.2. Изоляция проводов

Изоляция провода должна обладать химической стойкостью (например против смазки или жидкостей, используемых в машине) не ниже той, которую обычно имеет изоляция из поливинилхлорида.

Провода, работающие в специальных условиях (например при воздействии высоких температур, жидкостей или растворов), должны иметь изоляцию, предназначенную для использования в соответствующих условиях.

Механическая прочность и толщина изоляции должны быть такими, чтобы изоляция не могла быть повреждена во время работы или при прокладке, в особенности при протягивании проводов через каналы.

Электрическая прочность изоляции должна быть достаточной для испытания напряжением по п. 13.2, но не менее 1 500 В для проводов, работающих с напряжением выше 50 В среднего квадра-

тического значения переменного тока или 120 В амплитудного значения постоянного тока.

9.3. Сечение проводов

Сечение проводов должно быть таким, чтобы они могли длительно выдерживать максимально возможный ток при нормальных условиях эксплуатации с учетом условий окружающей среды (например охлаждения, близкого расположения элементов или устройств, выделяющих тепло). Максимально допустимая температура проводников может быть ограничена теми воздействиями, которые они оказывают на находящиеся вблизи элементы или устройства.

Сечения изолированных проводов, используемых для прокладки:

1) в оболочках;

2) между отдельными оболочками, принадлежащими одной машине;

3) между такими оболочками и машиной;

4) между отдельными частями машины;

5) на машине и в самой машине

должны удовлетворять требованиям пп. 9.3.1—9.3.3 (см. также п. 5.2.3.2.2).

Примечание (для электронного оборудования).

Провода электронных цепей, по которым протекают установившиеся токи менее 2 А, расположенные внутри оболочки, защищающей электронное оборудование, могут отличаться от проводов по пп. 9.3.1 и 9.3.3.

9.3.1. *Максимально допустимые нагрузки*

9.3.1.1. Сечения проводов должны определяться в соответствии с графами 2 и 3 табл. 7, в зависимости от максимально допустимого тока в соответствующей цепи при нормальных условиях работы.

9.3.1.2. Дополнительные требования.

Сечения проводов при пониженных значениях максимально допустимого тока должны быть определены в соответствии с графами 4 и 5 табл. 7.

9.3.1.3. Если провода, соединяющие машины, предназначаются для прокладки в стенах здания, то сечение их проводников определяется в соответствии с правилами устройства электрооборудования зданий.

Для определения сечений при переменной нагрузке может быть использован термически эквивалентный ток, т. е. среднее квадратическое значение переменного тока, если время протекания рабочего цикла значительно меньше постоянной времени нагрева провода.

9.3.2 *Падение напряжения*

Во избежание недопустимого падения напряжения при включении обмоток электромагнитов переменного тока в период пуска

электродвигателей или при других кратковременных перегрузках, в особенности в сетях большой протяженности или при малых сечениях проводов, может появиться необходимость применения проводов с сечениями, бо́льшими, чем по п. 9.3.1. В этих случаях должно быть принято во внима́ние полное сопротивление провода, кратковременный ток перегрузки, падение напряжения в точке подключения к источнику питания и допустимое падение напряжения на контактных зажимах питаемых элементов.

9.3.3. *Наименьшие сечения медных проводов*

В целях обеспечения механической прочности сечение медных проводов должно быть не менее указанного в табл. 6.

Таблица 6

Расположение и назначение	Наименьшее сечение медных проводов, мм², не менее				
	одножильных		многожильных		
			двужильных		трехжильных и с бо́льшим числом жил
	гибких	жестких	экранированные	без экрана	
Вне оболочек	1	1,5	0,75	0,75	0,75
Подсоединение частей машин, подверженных частым перемещениям (только гибкие провода)[1]	1	—	1	1	1
Подсоединение цепей с очень малыми токами[2]	1	1,5	0,3[3]	0,5	0,3[3]
Внутри оболочек	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Подсоединение цепей с очень малыми токами	0,2[4]	0,2[4]	0,2[4]	0,2[4]	0,2[4]

[1] Дополняющие требования по пп. 9.1, 10.1.3 и 10.4.2.
[2] Цепи электронных логических устройств и аналогичные цепи, используемые для передачи сигналов низкого уровня.
[3] Соответствуют диаметру 0,6 мм.
[4] Соответствуют диаметру 0,5 мм.

Провода с меньшими сечениями могут быть использованы в тех случаях, когда этого требует конструкция электрооборудования, обеспечив при этом надежность в эксплуатации.

9.3.4. Наименьшие сечения алюминиевых проводов должны быть не менее чем 16 мм².

10. ПРОВОДКА

10.1. Общие требования

10.1.1. *Подсоединения*

Все соединения, в особенности те, которые предназначаются для защитной цепи, должны быть защищены от случайного ослабления.

Во всех случаях соединительные устройства должны соответствовать сечению и типу присоединяемых к ним проводников.

Примечание. Если некоторые типы контактных зажимов не подходят для того, чтобы соединять многопроволочные проводники небольшого сечения, то в этом случае удовлетворительные соединения можно получить с помощью трубчатых наконечников, соединяющих концы проводников.

Рекомендуется подсоединять к одному контактному зажиму только один проводник. Подсоединение к одному контактному зажиму двух или более проводников допускается только в том случае, если контактные зажимы разработаны для этой цели.

Если для обслуживания машины необходимо снять, передвинуть или заменить соединения, выполненные специальным оборудованием, то следует поставить заказчику необходимое специальное оборудование и соответственно обеспечить его обслуживание.

10.1.2. *Прокладка проводов*

10.1.2.1. Все провода должны прокладываться только от одного контактного зажима к другому без промежуточных соединений. Подсоединение ответвлений должно осуществляться только в легко доступных, однако закрытых разветвительных коробках или коробках для наборов зажимов по п. 10.1.6.

Для обеспечения отсоединений и пересоединений в коробках должны быть оставлены петли из проводов достаточной длины.

10.1.2.2. Если на концы проводников многожильных проводов может воздействовать чрезмерно большая механическая нагрузка, то они должны быть закреплены.

10.1.2.3. Рядом с находящимися под напряжением проводниками рекомендуется прокладывать защитный провод с тем, чтобы уменьшить величину полного сопротивления петли в случае неполадки.

10.1.3. *Подсоединение к подвижным частям*

Подсоединения к элементам, установленным на дверях или на других подвижных частях, должны выполняться гибкими проводами, позволяющими часто и легко открывать двери без опасения, что провода будут повреждены. Провода должны быть закреплены, как на подвижной, так и на неподвижной части, независимо от наличия подсоединения их концов к контактным зажимам (см. п. 10.4.2).

10.1.4. *Провода, предназначенные для различных цепей*

Проводники, предназначенные для различных цепей, могут прокладываться друг возле друга, помещаться в общем канале или входить в общий многожильный провод. Если они работают с различными напряжениями, то их следует разделять соответствующими перегородками, или они должны иметь изоляцию по

наивысшему напряжению, которое приложено к проводникам, расположенным в данной оболочке.

Цепи, которые не проходят через вводной выключатель (п. 5.6.2.5), должны быть проложены отдельно от цепей, питающихся через вводной выключатель.

10.1.5. *Кабельные наконечники*

По возможности, не следует применять напаянные наконечники. Если в процессе нормальной эксплуатации электрооборудование подвергается интенсивным вибрациям, использование напаянных наконечников не допускается.

Напаянные подсоединения к элементам допускаются только тогда, когда эти элементы имеют контактные зажимы, предназначенные для подпайки. Если такое электрооборудование в процессе нормальной эксплуатации подвергается интенсивным вибрациям, то провода должны быть механически закреплены на небольшом расстоянии от мест подпайки.

10.1.6. *Контактные зажимы и разветвительные коробки*

Все контактные зажимы должны быть размещены в легко доступных оболочках. Разветвительные и проходные коробки, установленные на машине, и их вводные отверстия должны обеспечивать степень защиты не менее IP54. Уплотнения на крышках должны противостоять воздействию агрессивных жидкостей, паров и газов, которые находятся в машине.

Рекомендуется, чтобы такие коробки не имели сквозных вводных отверстий. Однако, если такие вводные отверстия предусматриваются, то они должны обеспечивать степень защиты не менее IP54 даже при условии воздействия механических нагрузок на них после того, как коробки будут установлены на месте их применения.

Требуемая степень защиты не должна зависеть от способа установки коробок.

10.2. Обозначение проводов

10.2.1. *Обозначение защитного (PE) и нулевого (N) проводов*

Защитный провод должен легко опознаваться по конструкции, размещению, обозначению или цвету. Если для опознавания используется цвет, то он должен быть зелено-желтый (двойная расцветка). Если в качестве защитного провода служит изолированный одножильный провод, то такое цветовое обозначение должно быть нанесено по всей длине.

Зелено-желтое цветовое обозначение предназначается исключительно для защитного провода.

Нулевые провода в силовых цепях и провода средних точек должны легко опознаваться по конструкции, размещению, обозначению или цвету. Если для обозначений используется цвет, то для таких проводов следует использовать голубой цвет.

Если силовые цепи содержат нулевой провод или провод для средней точки, то голубой цвет не должен использоваться для опознавания каких-либо других проводов данной цепи.

10.2.2. *Обозначение других проводов:*

Если для обозначения одножильных проводов используется цветовой код, то рекомендуется (особенно для станков) использовать следующие цвета:

1) для силовых цепей переменного или постоянного тока — черный;

2) для цепей управления переменного тока — красный;

3) для цепей управления постоянного тока — синий;

4) для цепей блокировок переменного и постоянного тока по п. 5.6.2.7 — оранжевый.

Провода цепей управления, которые подсоединены к защитному или нулевому проводам, как правило, не должны обозначаться зелено-желтым цветом или при применении нулевого провода — голубым. Однако подсоединение цепи управления к защитному проводу по п. 6.2.2 должно обозначаться зелено-желтым цветом.

Синий цвет рекомендуется использовать как для цепей управления постоянного тока, так и для нулевых проводов (голубой). В обоих случаях может применяться один и тот же синий цвет. Различие в оттенках не требуется, так как отсутствие ясности в отличии между силовыми цепями и цепями управления постоянного тока должно предотвращаться другими средствами (например размещением или маркировкой контактных зажимов).

Для одножильных проводов обозначение зеленым, желтым и комбинацией нескольких цветов не допускаются. Это требование не должно препятствовать использованию различных жил с одно- и многоцветной изоляцией в многожильных проводах.

В многожильных проводах различные жилы могут опознаваться как номерами, так и цветом.

10.3. Монтаж внутри оболочек

Электрооборудование должно быть сконструировано таким образом, чтобы обеспечивать возможность изменения проводки с передней стороны оболочки.

10.3.1. *Монтаж во внутренних каналах*

10.3.1.1. Для того, чтобы можно было в дальнейшем вносить дополнения, каналы, использованные внутри оболочки, не должны быть заполнены более чем на 90% (их допустимой вместимости).

10.3.1.2. Дополнительные требования.

Каналы, используемые внутри оболочек, не должны быть заполнены более чем на 70% (их допустимой вместимости).

10.3.1.3. Провода, которые прокладываются вне каналов, должны быть соответствующим образом закреплены.

10.3.2. *Наборы зажимов и штепсельные разъемы*

10.3.2.1. Если более чем 10 проводников входят в оболочку, то для них в цепях управления и сигнальных цепях должны быть предусмотрены наборы зажимов или штепсельные разъемы. Такие элементы подсоединения должны иметь условные буквенно-цифровые обозначения по п. 3.1.5. Силовые провода и провода измерительных цепей могут быть подсоединены непосредственно к выводам аппаратов.

10.3.2.2. Дополнительные требования.

Для подсоединения к элементам, смонтированным на съемных дверях, должны быть предусмотрены наборы зажимов или штепсельные разъемы, установленные на панелях, оболочках или на дверях.

10.3.3. *Контрольные точки*

Требование к электронному оборудованию.

В электронном оборудовании для облегчения выявления отказов и необходимых регулировок рекомендуется обеспечивать наличие контрольных точек на печатных платах. Если эти точки существуют, то они должны:

1) обозначаться на соответствующих схемах условным графическим символом «Индикатор контрольных точек» ;

2) быть легко доступными;

3) иметь соответствующую изоляцию;

4) иметь достаточное расстояние друг от друга для подсоединения контрольных проводов.

Должны быть предусмотрены соответствующие меры (например делители напряжения) по ограничению величины пикового напряжения до 1000 В между этими контрольными точками или между этими точками и цепью защиты.

10.4. Монтаж вне оболочек

10.4.1. *Монтаж во внешних каналах*

Все провода, за исключением соответствующих защищенных проводов, монтируемые вне оболочек, должны прокладываться в каналах, обеспечивающих необходимую механическую защиту, а также защиту от проникания внутрь жидкостей, стружки и пыли.

10.4.1.1. Рекомендуется выбирать размеры каналов такими, чтобы обеспечить свободную прокладку дополнительных проводов, за исключением проводов, используемых в силовых цепях.

10.4.1.2. Изоляция проводов должна быть защищена от повреждения в местах соприкасания с острыми кромками углов, резьб и шероховатой поверхности.

10.4.1.3. Провода могут прокладываться в каналах, имеющихся в станинах машин, без дополнительной защиты при условии, что от попадания внутрь жидкостей, стружки и пыли предусматривается степень защиты IP54.

10.4.1.4. Каналы должны быть закреплены и размещены таким образом, чтобы они не подвергались механическим повреждениям или истиранию.

Рекомендуется прокладывать каналы вдали от зон обработки и потоков охлаждающей жидкости и монтировать их так, чтобы они были защищены от случайного повреждения подъемно-транспортными механизмами.

Каналы внешних соединений, используемые для проводов, прокладываемых между машиной и оболочками или между машинами, должны быть надежно закреплены и расположены на соответствующем расстоянии от любой движущейся части машины. В проходах нижняя часть канала должна располагаться на высоте не менее 2 м от пола.

Если конструкция здания позволяет прокладку каналов или проводов, то следует руководствоваться требованиями п. 9.3.1.3.

10.4.1.5. Для того, чтобы не перепутать трубопроводы, защищающие электропроводку, с трубами, предназначенными для масла и воды, рекомендуется не прокладывать трубы с проводами возле труб, не предназначенных для электрических целей. Если это оказывается невозможным, все трубы должны быть соответствующим образом обозначены.

10.4.1.6. Дополнительные требования.

Каналы должны отвечать следующим требованиям:

1) выполняться из листовой стали толщиной не менее 1 мм или обеспечивающего эквивалентную прочность другого материала;

2) должны обеспечивать наименьшую степень защиты IP33. Если в них смонтированы контактные зажимы, то весь канал должен предусматривать степень защиты IP54 и контактные зажимы должны быть расположены таким образом, чтобы они не могли повредить провода. Для станков не допускается устанавливать контактные зажимы в каналах;

3) должны быть оснащены съемными крышками. Они не должны иметь какие-либо другие отверстия, кроме тех, которые необходимы для прокладки проводки.

10.4.2. *Подсоединения к подвижным устройствам машины*

Для подсоединения к подвижным или передвигаемым при регулировке устройствам, в которых смонтировано электрооборудование, должны применяться гибкие провода.

Оболочки проводов должны выдерживать нагрузки, вызываемые механизмами при перемещениях, и противостоять воздействию масла, охлаждающей жидкости, стружки и нагрева.

10.4.2.1. Подвижные провода должны быть закреплены таким образом, чтобы в точках их подсоединения не возникали механические нагрузки и резкие перегибы жилы.

Висящая петля должна иметь достаточную длину, которая обеспечивает радиус изгиба провода не менее 10 его внешних диаметров.

Если при перемещениях возможно соприкасание движущихся частей с проводами, для защиты последних следует предусматривать расстояние между ними не менее 25 мм, причем это расстояние между подвижными частями и проводами должно выдерживаться постоянно. Если это расстояние практически не может быть выдержано, необходимо предусмотреть между проводами и движущимися частями неподвижные перегородки.

10.4.2.2. Если имеются подвесные пульты, то их корпуса должны поддерживаться подвесками с тем, чтобы исключить возникновение натяжений на электрических проводах.

10.4.2.3. Гибкие рукава должны обеспечивать необходимую защиту от попадания внутрь масла, охлаждающей жидкости или пыли при помощи, например, ввертывания их концом вниз.

Гибкие металлические рукава не должны применяться для быстрых или частых перемещений.

Концы металлических труб должны иметь хорошее электрическое соединение с заземленными частями машины по п. 5.1.2.1.2.

10.4.3. *Соединение аппаратов на машине*

На сложных машинах, где имеется несколько коммутационных аппаратов (таких, как путевые выключатели, кнопки управления), которые соединены последовательно и (или) параллельно между собой, рекомендуется, чтобы проводники, соединяющие их, подводились к контактным зажимам, формируя таким образом промежуточные контрольные точки, удобно расположенные и хорошо защищенные оболочкой. Эти контрольные точки должны быть показаны на соответствующих схемах.

10.4.4. *Соединение штепсельными разъемами*

Штепсельные гнезда должны подсоединяться со стороны источника питания.

10.4.4.1. Для цепей, которые отличаются от рассматриваемых в пп. 5.1.2.3 и 5.1.3, штепсельные вилки и гнезда должны быть так сконструированы, чтобы обеспечивалось соединение цепи защиты раньше соединения цепей, находящихся под напряжением, и наоборот, ее рассоединение не могло произойти до тех пор, пока все токопроводники цепи, подсоединенные к вилке, окажутся не под напряжением.

10.4.4.2. Штепсельные вилки и гнезда должны быть таких типов, которые в любое время исключают возможность случайного соприкасания с находящимися под напряжением частями, даже во время вставки и удаления вилки.

10.4.4.3. Штепсельные вилки и гнезда должны иметь соответствующие друг другу размеры и обеспечивать достаточное контактное давление и сопротивление к истиранию для получения постоянного электрического контакта во всех цепях. Воздушные зазоры между контактами разъемов должны соответствовать приложенным напряжениям. Эти расстояния должны оставаться неизменными при соединении и рассоединении частей штепсельных разъемов.

10.4.4.4. Вилки и гнезда, которые остаются соединенными в условиях нормальной работы, должны иметь устройства для предотвращения случайного разъединения.

10.4.4.5. В гнездах для номинального тока от 25 А и выше или для тех, которые устанавливаются там, где требуется более высокая степень защиты чем IP43, должны быть предусмотрены крышки для предупреждения проникания пыли, жидкостей, если вилка будет удалена.

10.4.4.6. Если в одном и том же электрооборудовании используются больше чем одна вилка и гнездо, то они должны быть ясно обозначены. Во избежание неправильного сочленения рекомендуется иметь для них механический код.

10.4.4.7. В цепях управления не должны применяться разъемы, используемые для бытовых целей.

10.4.5. *Демонтаж для транспортирования*

Если для отдельных частей машины предусмотрен демонтаж при транспортировании, то для всех проводов, подлежащих подсоединению, должны быть предусмотрены соответствующие контактные зажимы или штепсельные разъемы. Такие зажимы или разъемы должны быть соответствующим образом закрыты, а провода должны иметь ту же маркировку, что и соответствующие им зажимы.

10.4.6. *Резервные провода (дополнительные требования)*

Во всех каналах, содержащих провода различных цепей (за исключением используемых для силовых цепей), рекомендуется иметь резервные провода, предназначенные для внесения изменений и ремонта (например по ГОСТ 7599—82).

11. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛИ

11.1. Общие требования

Все электродвигатели должны отвечать требованиям ГОСТ 183—74.

11.2. Размеры

Размеры электродвигателей должны соответствовать требованиям, установленным в стандартах на изделие.

11.3. Характеристики

11.3.1. Характеристики электродвигателей должны быть определены в зависимости от условий, в которых они должны работать. В соответствии с этим они могут подразделяться на:

1) электродвигатели для продолжительного режима работы;

2) электродвигатели для частых включений и торможения противовключением;

3) электродвигатели с повышенным скольжением для привода машин с большим моментом инерции (например электродвигатели для прессов).

11.3.2. При выборе двигателя должно быть обращено особое внимание на:

1) опрокидывающий и минимальный вращающий моменты при разгоне, которые должны быть сравнимы с моментом сопротивления машин;

2) необходимый максимальный вращающий момент;

3) номинальный момент, соответствующий продолжительному режиму работы;

4) перегрузочную способность и скольжение;

5) частоту включения и торможения;

6) изменение нагрузки в функции времени.

11.3.3. *Дополнительные требования*

Класс изоляции электродвигателей должен быть не ниже класса нагревостойкости Е по ГОСТ 8865—70. Для реверсивных двигателей и двигателей мощностью более 7,5 кВт рекомендуется применять встроенную термочувствительную или эквивалентную ей защиту от перегрузки.

11.4. Исполнение оболочки

Электродвигатели переменного тока со встроенной крыльчаткой, предназначенной для охлаждения статора, или без нее, как правило, должны иметь степень защиты IP44. В отдельных случаях может оказаться необходимым применение дополнительной вентиляции.

Электродвигатели, встроенные как неотъемлемая часть машины, должны быть смонтированы так, чтобы они были соответствующим образом механически защищены и превышение их температуры не выходило за пределы по ГОСТ 183—74.

11.5. Механические вибрации

Если для нормальной работы машины необходимо использовать двигатели, величина вибрации которых ограничена, то данная характеристика для двигателя должна указываться на заводской табличке машины и в перечне электрооборудования.

11.6. Способы включения

При отсутствии точных сведений необходимо считать возможным непосредственное включение в питающую сеть электродвигателей мощностью до 11 кВт. Для двигателей с повышенным пус-

ковым током это значение должно быть соответственно уменьшено (см. приложение 8, табл. 15).

Примечание. Обращается внимание заказчика на следующие факторы, которые могут влиять на допустимую мощность непосредственного включения:

1) характеристика питающей сети в точке ее подключения к машине;
2) мощность трансформатора (трансформаторов) питающей сети;
3) требования к источнику питания.

11.7. Расположение

Электродвигатели должны быть расположены таким образом, чтобы был обеспечен легкий доступ для их проверки, обслуживания, смазки, а также для отсоединения проводов и демонтажа. Необходимо обеспечивать удобства для изменения натяжения или замены ремней, цепей и муфт сцепления.

Особенно легкий доступ должен быть обеспечен к крепежным винтам, выводам, контактным кольцам, щеткам и к местам смазки.

При замене электродвигателей не должна возникать опасность его повреждения.

Ниши для электродвигателей должны быть чистыми, сухими и иметь вентиляционные отверстия, выходящие непосредственно наружу машины. Эти отверстия должны быть расположены достаточно высоко над полом или над площадкой для обслуживания так, чтобы при подметании или чистке последних в ниши не могли попасть пыль, стружка или брызги воды.

Между нишами для электродвигателей и любыми другими нишами не должно быть отверстий в том случае, если они не удовлетворяют приведенным выше требованиям.

11.8. Заводские таблички

Если электродвигатель встроен в машину или заводская табличка на электродвигателе, встроенном в нишу, недостаточно хорошо видна, непосредственно вблизи от электродвигателя, в легко доступном месте, должен быть установлен дубликат такой таблички.

Табличка, показывающая направление вращения электродвигателя, должна быть укреплена на машине в том случае, если ее вращение в противоположную сторону может быть опасным для оператора или вызвать повреждение машины.

12. ПОДСОЕДИНЕНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И МЕСТНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

12.1. Подсоединение приспособлений

12.1.1. *Питание*

Если в электрооборудовании или машине предусмотрены штепсельные гнезда для подключения приспособлений, то последние могут быть подсоединены к питающей сети через вводной выключатель со стороны нагрузки или к вторичным цепям трансформатора. Разъемы должны быть снабжены контактами для подсоединения защитного провода, однако этого не требуется, если питание осуществляется по п. 5.1.2.3 или п. 5.1.3.

Если питание приспособления осуществляется через трансформатор, то его номинальная мощность должна быть не менее 100 В·А. Для вторичных обмоток трансформаторов предпочтительными напряжениями являются: 110В, 50 Гц; 220 В, 50 Гц; 115 В, 60 Гц и 230 В, 60 Гц.

Если по условиям безопасности требуется сверхнизкое напряжение, то рекомендуются напряжения 24 и 48 В, 50 или 60 Гц (см. пп. 5.1.2.3 и 5.1.3).

12.1.2. *Защита*

Незаземленные проводники цепей питания приспособлений, подключаемых через разъемы, должны иметь защиту от короткого замыкания, причем в случае использования разъемов, указанных в п. 10.4.4.7, необходима такая защита от перегрузки с помощью предохранителей или автоматических выключателей, специально устанавливаемых в этих цепях (п. 5.3.3).

12.2. Местное освещение на машине

12.2.1. *Питание*

Стационарно установленные или встроенные в машину лампы могут питаться непосредственно напряжением питающей сети, однако они не должны быть подсоединены к напряжению выше 250 В.

Рекомендуется, особенно для ламп накаливания, чтобы цепи местного освещения машины питались от трансформатора с раздельными обмотками.

Провода, питающие переносные лампы, должны иметь защитный провод, если они не соответствуют пп. 5.1.2.3 и 5.1.3.

12.2.2. Защита цепей освещения

Все незаземленные провода цепей освещения должны быть защищены от короткого замыкания с помощью плавких предохранителей или автоматических выключателей, специально устанавливаемых в этих цепях.

12.2.3. *Светильники*

Пристраиваемые светильники должны быть пригодными для использования в производственных помещениях.

Патроны для ламп должны быть изготовлены из изоляционного материала.

Если напряжение питания превышает 50 В, выключатель освещения не должен быть встроен в патрон или установлен в рассечке питающего провода. Однако такой выключатель может быть установлен на светильнике.

Отражатели ламп должны быть закреплены на осветительной арматуре, но не на патронах.

12.2.4. *Люминесцентные лампы*

При использовании люминесцентных ламп необходимо уменьшить стробоскопический эффект до минимума.

13. ИСПЫТАНИЯ

Электрооборудование каждой машины должно быть подвергнуто следующим испытаниям или проверкам (с выдачей свидетельства о приемке по п. 3.2.1):

1) испытанию изоляции по п. 13.1;
2) испытанию напряжением по п. 13.2;
3) проверке непрерывности цепи защиты по п. 13.3;
4) испытанию на холостом ходу по п. 13.4.1.

Одна машина каждого типа должна быть подвергнута следующему типовому испытанию:

1) работе под нагрузкой по п. 13.4.2;
2) прочим видам испытаний по п. 13.5.

13.1. Испытание изоляции

Сопротивление изоляции, измеренное при напряжении 500 В постоянного тока, приложенном между замкнутыми накоротко проводами силовых и соединенных непосредственно с ними цепей управления и сигнализации, с одной стороны, с цепью защиты, включающей корпус машины, с другой стороны, должно быть не меньше чем 1 МОм.

Если цепи управления не имеют непосредственного соединения с силовыми цепями, то должны быть проведены отдельные испытания:

1) между силовыми цепями и цепью защиты;
2) между силовыми цепями и цепями управления и сигнализации;
3) между цепями управления и сигнализации и цепью защиты.

Для крупногабаритного электрооборудования допускается проводить испытания отдельно для каждой его части.

Компоненты, которые могут быть повреждены испытательным напряжением, если оно появится на контактных зажимах, могут быть на время испытания закорочены.

Цепи управления и сигнализации с напряжением ниже 50 В, включающие цепи по пп. 5.1.2.3 и 5.1.3, должны быть испытаны, если они не содержат элементы электроники.

Во время испытаний цепи, не находящиеся под испытанием, должны подсоединяться к цепи защиты.

Примечание. Перед тем, как испытательное напряжение будет подано, любые преднамеренные соединения между силовыми цепями, цепями управления и сигнализации с цепью защиты должны быть удалены. После окончания испытания эти соединения должны быть восстановлены.

13.2. Испытания напряжением

Электрическое оборудование должно быть в течение 1 мин подвергнуто испытанию напряжением, которое подводится:

1) между закороченными проводниками силовых цепей, включая любые цепи управления и сигнализации, соединенные непо-

средственно с силовыми цепями, и цепью защиты, включая корпус машины;

2) между цепями управления и сигнализации (в случае их наличия) с номинальным напряжением от 50 В и выше, не соединенными непосредственно с силовыми цепями и защитной цепью.

Величина испытательного напряжения должна составлять 85% от величины самого низкого напряжения, на которое все элементы и устройства уже испытаны до монтажа, при минимальном значении 1500 В переменного тока.

Это напряжение должно подводиться от трансформатора с номинальной мощностью не менее 500 В·А.

Для крупногабаритного электрооборудования допускаются индивидуальные испытания отдельных частей.

Элементы и устройства, которые не рассчитаны на такое высокое испытательное напряжение (выпрямители, конденсаторы, электронные устройства), могут быть отключены на время испытания. Тем не менее любые помехозащитные конденсаторы, расположенные между частями, находящимися под напряжением, и незащищенными электропроводящими частями, не должны отсоединяться и должны выдерживать это испытание.

13.3. Проверка непрерывности цепи защиты

Внешним осмотром следует проверить непрерывность цепи защиты на соответствие требованиям пп. 5.1.2.1.1—5.1.2.1.7.

В случае сомнения следует проверить величину сопротивления между контактными зажимом наружного защитного провода, описанного в пп. 4.3.3 и 5.1.2.1.6, и любой незащищенной электропроводящей частью электрооборудования и машины (корпуса); величина этого сопротивления не должна превышать 0,1 Ом.

13.4. Испытания в работе

13.4.1. *Испытания машины в работе на холостом ходу*

После того, как электрооборудование будет подключено к питающей сети с соответствующими параметрами (например с наибольшими пределами изменения питающего напряжения), следует проверить правильность работы всех частей электрооборудования и соблюдения последовательности управления.

Особое внимание должно быть обращено на проверку исправности работы элементов аварийного отключения.

13.4.2. *Испытание машины в работе под нагрузкой*

При работе машины с номинальной нагрузкой в продолжительном или в специально установленном режиме превышение температуры применяемых элементов над температурой окружающей среды, для работы в которой предназначена машина, не должно быть больше того значения, которое установлено в стандартах на конкретные виды элементов.

Должна быть проверена исправность работы всех частей электрооборудования, в частности, чтобы отключение и восстановление питания не было связано с опасностью для обслуживающего персонала или не вызывало нежелательных действий электрооборудования или машины.

С целью обеспечения безопасности следует проверить надежность аварийного отключения электродвигателей под нагрузкой при помощи отключающих элементов по п. 5 6.1. Если это испытание связано с возможностью появления неисправности, то для ее устранения должны быть приняты соответствующие меры.

13.5. Прочие испытания

В процессе выполнения типового испытания машины путем осмотра, пробным запуском в работу или с помощью расчетов, ее следует проверить на соответствие всем требованиям настоящего стандарта, кроме требований, проверенных по пп. 13.1—13.4.

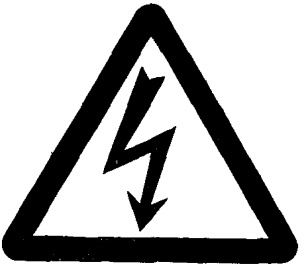
14. ОПРОСНЫЙ ЛИСТ

При определении основных характеристик и специальных требований к электрооборудованию применяют опросный лист на электрооборудование производственных машин (см. приложение 8).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Обязательное

ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЙ ЗНАК

Предупредительный знак, описанный в пункте 3.1.1, есть молния черного или красного цветов, помещенная в треугольник желтого цвета с черной каемкой (черт. 1).



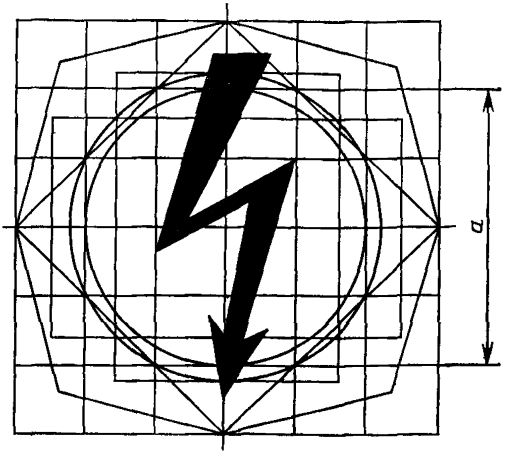
Черт. 1

Молния предпочитается черного цвета.

Молния располагается посередине желтого поля, занимая не менее 50% всей площади поверхности знака.

Форма молнии показана на черт. 2, высота молнии — 1,26 a, ширина молнии — 0,5 a.

Примечание. На черт. 2 размер $a=50$ мм.



Черт. 2

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Обязательное

БЕЗОПАСНОЕ СВЕРХНИЗКОЕ РАБОЧЕЕ НАПРЯЖЕНИЕ

1. Общие требования

Во всех случаях, для которых применение безопасного сверхнизкого напряжения по СТ СЭВ 3230—81 не является обязательным, безопасное сверхнизкое рабочее напряжение (БСРН) может применяться при условии выполнения требований настоящего приложения (п. 5.1.2.3).

2. Защита от поражения электрическим током при нормальной работе

2.1. Если создание безопасного сверхнизкого рабочего напряжения и отделение его от частей с более высоким напряжением соответствует предписаниям безопасного сверхнизкого напряжения по СТ СЭВ 3230—81, тогда защиту от поражения токов следует выполнить одним из следующих способов:

1) части, находящиеся под напряжением, должны быть защищены загородками или оболочками, обеспечивающими степень защиты не менее 1Р2Х. Если составные элементы (например патроны ламп, штепсельные разъемы, плавкие предохранители) располагают большими отверстиями, следует предпринять все меры к тому, чтобы избежать случайного соприкасания с ними лиц и животных Кроме этого, следует обеспечить любым способом возможность определения того, какие части находятся под напряжением, и не должна быть необходимость соприкасания с ними (при ручном управлении);

2) части, находящиеся под напряжением, должны быть изолированы изоляционным материалом, выдерживающим испытание напряжением 500 В переменного тока в течение 1 мин.

Примечание. Сюда относятся, например, те системы, для которых было применено рабочее заземление или преднамеренное соединение с защитным проводом, и только из-за этого эти системы не могут считаться системами с безопасным сверхнизким напряжением.

2.2. Если соединение безопасного сверхнизкого рабочего напряжения или отделение его от более высокого напряжения не соответствует предписаниям безопасного сверхнизкого напряжения по СТ СЭВ 3230—81, то защиту от поражения током следует выполнить одним из следующих способов:

1) снабдить загородками или оболочками, отвечающими требованиям защиты электрооборудования, находящегося под напряжением первичной цепи;

2) обеспечить по крайней мере изоляцией, соответствующей требованиям по напряжению первичной цепи.

Допускается в цепях БСРН применять такие аппараты, изоляция которых не соответствует требованиям по первичному напряжению, в этом случае незащищенные электропроводящие части следует покрывать изоляцией, выдерживающей 1500 В переменного тока в течение 1 мин.

3. Защита от поражения электрическим током в случае возникновения неполадки

3.1. Если БСРН является заземленной системой, но соответствует всем прочим предписаниям, относящимся к безопасному сверхнизкому напряжению по СТ СЭВ 3230—81, то никакие прочие требования к настоящей защите не предъявляются

3.2. Если питание БСРН, отделение его от систем более высокого напряжения или при исполнении аппаратов, не удовлетворяет предписаниям безопасного сверхнизкого напряжения по СТ СЭВ 3280—81, то защиту от поражения током следует осуществить одним из следующих способов:

1) корпусы аппаратов БСРН следует соединить с защитным проводом первичных аппаратов таким образом, чтобы в случае пробоя первичного напряжения на корпусы аппаратов БСРН, первичная защита для нее предписанным спо-

собом должна срабатывать. Однако не запрещается присоединение к первичному защитному проводу одной из рабочих точек системы БСРН (это используется в целях рабочего заземления);

2) если защита от поражения первичным напряжением осуществляется защитным разделением, то корпусы электрооборудования цепей БСРН требуется соединить с корпусами электрооборудования первичной сети с помощью незаземленного эквипотенциального проводника.

4. Штепсельные разъемы

Для цепей БСРН следует применять такие штепсельные разъемы, вилки которых не могут быть вставлены в гнезда другого напряжения, и в гнезда которых не могут быть вставлены вилки разъемов других напряжений.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Обязательное

ЗАЩИТА НУЛЕВОГО И СРЕДНЕГО ПРОВОДНИКОВ

1. Внутри производственных машин только тот проводник может считаться нулевым или средним, который, в случае существования в электрооборудовании внутреннего источника тока (например вторичная обмотка трансформатора), подсоединен как нулевой или средний, а также, в случае металлической связи с питающей сетью, когда из-за функциональных причин не может быть подсоединен к фазовому проводнику сети (или крайнему), при этом такое неправильное подсоединение препятствуется блокировкой или обозначением контактного зажима.

Примечание. Проводники однофазных аппаратов переменного или постоянного тока внутри электрооборудования обычно не бывают нулевыми (или средними) проводниками.

2. Если сечение нулевого (среднего) проводника одинаково с сечением проводника фазы (крайнего), то нет необходимости в измерении сверхтоков (токов короткого замыкания) в нулевом проводнике и в его отключении при сверхтоках.

3. Если сечение нулевого (среднего) проводника меньше сечения проводника фазы, тогда необходимо в нулевом проводнике установить датчики сверхтоков; этот датчик в случае появления сверхтоков должен разрывать фазовый (крайний) проводник, однако в отключении нулевого (среднего) проводника нет необходимости.

4. Датчик сверхтоков в нулевом проводнике можно не устанавливать в том случае, когда сечение нулевого (среднего) проводника меньше сечения проводника фазы и если выполняются одновременно следующие условия:

1) нулевой (средний) проводник защищается от короткого замыкания защитой от сверхтоков фазового (крайнего) проводника;

2) при нормальной работе в нулевом (среднем) проводнике не может появиться ток бо́льший, чем допустимый ток нагрузки.

Примечание. Второе условие выполняется, например, в том случае, когда нулевой проводник рассчитан на наибольшую одновременно существующую нагрузку всех однофазных потребителей электрооборудования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Обязательное

ДОПУСТИМЫЕ ТОКОВЫЕ НАГРУЗКИ И ЗАЩИТА ОТ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ПРОВОДОВ С ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

1. **Допускаемая токовая нагрузка на провода с учетом типа изоляции**

Настоящее приложение распространяется на одно- и многопроволочные провода без металлической оплетки с поливинилхлоридной изоляцией для допустимой рабочей температуры (т. е. допустимой температуры проводника в течение продолжительной работы) 70° С.

Для всех проводов с изоляцией другого типа допустимая температура должна соответствовать установленной в стандартах и технических условиях на конкретные типы проводов.

2. **Учет допустимого нагрева и значений температуры окружающей среды**

2.1. Для одно- и многопроволочных проводов с медной жилой без металлической оплетки допустимые токовые нагрузки, приведенные в табл. 7 (поправочный коэффициент для проводов с алюминиевой жилой по п. 3.2), соответствуют значению температуры воздуха 30° С.

Таблица 7

Номинальное сечение провода S, мм²	Нагрузка на проводах, проложенных в машине, А			
	универсальной		используемой в крупносерийном производстве (см пп 1 3 и 9 3 1)	
	в каналах	на открытом воздухе	в каналах	на открытом воздухе
1	2	3	4	5
0,196[1]	2,5	2,7	2	2,2
0,283[2]	3,5	3,8	3	3,3
0,5	6	6,5	5	5,5
0,75	9	10	7,5	8,5
1	12	13,5	10	11,5
1,5	15,5	17,5	13	15
2,5	21	24	18	20
4	28	32	24	27
6	36	41	31	34
10	50	57	43	48
16	68	76	58	65
25	89	101	76	86
35	111	111	125	106
50[3]	134	151	114	128
70	171	192	145	163
95	207	232	176	197
120	239	269	203	228
150	275	309	234	262
185	314	353	267	300
240	369	415	314	353

[1] Номинальный диаметр — 0,5 мм;
[2] Номинальный диаметр — 0,6 мм;
[3] Рабочее сечение — 47 мм².

Примечания:

1. В графах 2 и 4 указаны значения нагрузки для проводов, проложенных в каналах, а температура воздуха измерена вне каналов.

2. В графах 3 и 5 указаны значения нагрузки для проводов, проложенных открыто в воздушной среде, для которой и определены температуры (например внутри оболочки шкафа или ниши в машине). Температура воздуха должна быть измерена между проводом и стенкой или загородкой, ограничивающими циркуляцию воздуха вокруг проводов.

2.2. Указанные температуры являются установившимися при работе под номинальной нагрузкой и измеряются после того, как машина проработает в течение времени, необходимого для их достижения.

2.3. Если не требуется использование конструкции при повышенных температурах, то температура окружающего воздуха для каналов и проводов в машине и электрооборудовании должна определяться на основании установленного значения 30° С для температуры внешней среды.

Примечание. В том случае, когда для нескольких дней в году среднее значение температуры, измеренное за период 24 ч не превышало 35° С и максимум не превышал 40° С, такие температуры следует принимать в соответствии с установленным значением 30° С для температуры окружающего воздуха.

2 4. Если температура воздуха, окружающего каналы и провода, выше 30° С из-за размещения или применения рассеивающего тепло оборудования, для расчета нагрузок на провода следует применять коэффициент снижения нагрузки согласно табл. 8

Таблица 8

Значения температуры воздуха, °С	Коэффициенты снижения нагрузки
30	1
35	0,93
40	0,87
45	0,79
50	0,71
55	0,61
60	0,5

3 Допустимые предельные токовые нагрузки на провода

3 1. Провода с медной жилой

Максимально допустимые токи в рабочих режимах машины для одно- и многожильных проводов без металлической оболочки с поливинилхлоридной изоляцией, имеющей допустимую рабочую температуру 70° С при номинальном значении температуры окружающего воздуха 30° С, указаны в табл. 7 (см. графу 2).

Значения в табл 7 приведены для нескольких проводов, положенных вместе.

Примечание. Значения токов I, А, приведенных в табл. 7, рассчитывают для поперечного сечения свыше 1 мм² по формуле

$$I = \iota \cdot S^{0,625}, \qquad (2)$$

где S — сечение, мм²;

ι — значение тока, определенное для 1 мм², А/мм²

3 2. Если вместо проводов с медными жилами используются провода с алюминиевыми жилами, то в значениях токовых нагрузок, приведенных в табл. 7,

необходимо учитывать коэффициент снижения нагрузки 0,78. Алюминиевые жилы допускается применять только для неподвижных соединений; для подсоединения подвижных элементов применять их запрещается.

4. **Защита проводов от коротких замыканий**

Все провода должны быть защищены от коротких замыканий защитными элементами, контролирующими во всех проводах, находящихся под напряжением, любой ток короткого замыкания, протекающий через провод, с тем, чтобы этот ток прерывался до того, как температура провода достигнет опасного значения. Это значит, что для проводов с изоляцией из поливинилхлорида с допустимой рабочей температурой до 70° С, в режиме короткого замыкания, провод не должен нагреваться с 70 до 160° С в течение 5 с.

Примечание. Указания по осуществлению защиты от короткого замыкания проводов приведены в приложении 9.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Обязательное

ИЗОЛЯЦИОННОЕ РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ КОНТАКТАМИ ВВОДНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

В п. 5622 заданное расстояние между контактами вводного выключателя для каждого полюса в отключенном состоянии должно соответствовать приведенному в табл. 9.

Таблица 9

Номинальное напряжение цепи, В, тока		Зазор, мм не менее
постоянного	переменного	
До 60	До 60	1,5
Св. 60 » 250	Св. 60 » 250	2,5
» 250 » 440	» 250 » 380	3
» 440 » 600	» 380 » 550	5
» 600 » 700	» 550 » 660	5
» 700 » 800	» 660 » 750	8
» 800 » 1000	» 750 » 1000	11,0

Примечание. В случае контактов двойного разрыва табличные значения относятся к сумме воздушных зазоров в обоих местах разрыва.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Обязательное

ИЗОЛЯЦИОННЫЕ РАССТОЯНИЯ

Расстояния, заданные в п. 7.1.3., должны соответствовать указанным в табл. 10.

Таблица 10

Номинальное напряжение изоляции, В	Расстояние, мм, не менее, при номинальном термическом токе	
	$I_{th} \leqslant 63$ А	$I_{th} > 63$ А
До 60	3	5
Св. 60 » 250	5	6
» 250 » 380	6	8
» 380 » 500	8	10
» 500 » 680	8	10
» 660 » 750	14	14
» 750 » 1000	20	20

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
Обязательное

НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ И РАСПОЛОЖЕНИЕ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ

1 Характер и направление движения органов управления в соответствии с местом расположения оператора и желаемым действием должны соответствовать указанным в табл. 11—13 и на черт. 3—6.

2. Действия в зависимости от их характера подразделяются на две группы действий, указанных. в табл. 11.

Таблица 11

Группа действий		Примеры действий
Обозначение	Характер действия	
1	Увеличение	Включение, увеличение параметра (тока, напряжения, числа оборотов, мощности, температуры): старт, форсирование, вперед, направо, вверх (подъем) (см. п. 6), закрывание грейферов грузоподъемных кранов и т. д.
2	Уменьшение	Отключение, уменьшение параметра (тока, напряжения, числа оборотов, мощности, температуры): торможение, движение назад, налево, вниз (спуск) (см. п. 6), открывание грейферов грузоподъемных кранов и т. д.

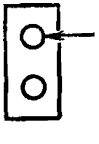
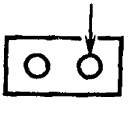
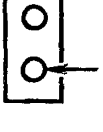
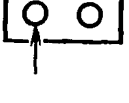
3. Характер движения и направление органов управления оборудования с одним органом управления должны соответствовать указанным в табл. 12.

Таблица 12

Движение органа управления		Условное обозначение направления движения органа управления для группы действий	
		1	2
Вращательное		По часовой стрелке	Против часовой стрелки
Прямолинейное, почти прямолинейное	Вертикальное	Снизу вверх	Сверху вниз
	Горизонтальное	Вправо	Влево
		От оператора (нажим) см. п. 7, вперед	К оператору (вытягивание) см. п. 7, назад

4. Расположение органов управления оборудования с двумя органами управления должно соответствовать указанному в табл. 13.

Таблица 13

Группа действий	Условное обозначение расположения органов управления	
1	 Управление верхним органом	 Управление правым органом
2	 Управление нижним органом	 Управление левым органом

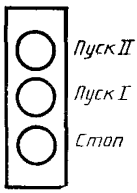
5. Расположение органов управления оборудования с тремя органами управления.

Допускаются два варианта расположения:

1) орган управления «Стоп» расположен на левой стороне (черт. 3) или внизу (черт. 4);

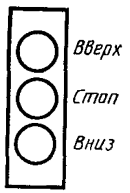
2) орган управления «Стоп» расположен посередине (черт. 5 и 6) между другими органами управления для различных действий.

Черт. 3



Черт. 4

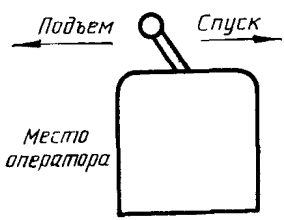
Черт 5



Черт. 6

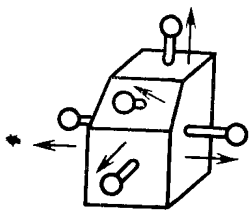
Примечание. Для оборудования с одним органом управления, имеющим три позиции (например штурвал, рукоятка), расположение позиции должно соответствовать указанному на черт. 5 и 6.

6 Для действия «Подъем» или «Спуск», осуществляемых с помощью рычажного органа управления с почти горизонтальным направлением движения руки, применяется направление движения, противоположное установленным в табл. 12 (черт. 7).



Черт. 7

7. Для оборудования, органы управления которого могут быть расположены горизонтально или вертикально с прямолинейным движением между двумя фиксированными положениями (например нажимные — вытягиваемые кнопки), по соображениям технической безопасности допускается движение органов управления «от поверхности оборудования» применять для группы действий 1, а «к поверхности оборудования» — для группы действий 2 (черт. 8).

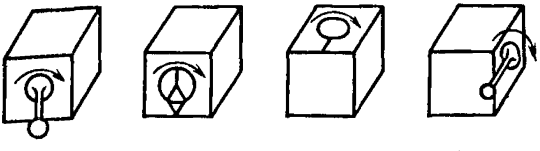
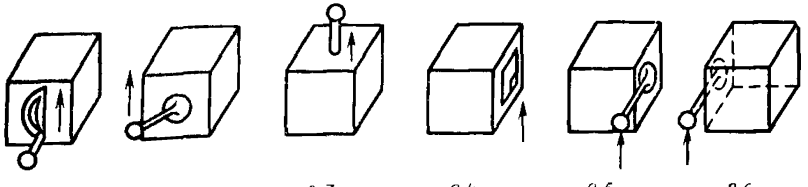
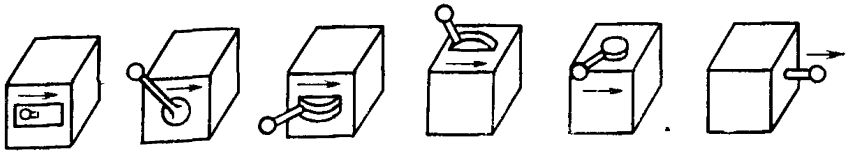
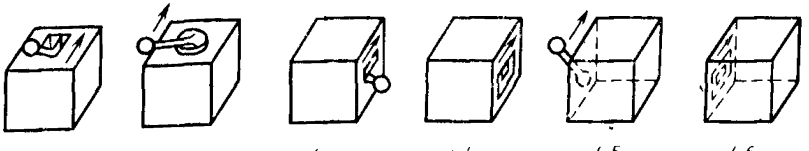


Черт. 8

8. В табл. 14 указаны примеры движения органов управления.

Место оператора соответствует положению номера чертежей, приведенных в табл. 14. Стрелками указаны направления движения по группе действий 1. Противоположные направления стрелок соответствуют направлению движения по группе действий 2 (табл. 12).

Таблица 14

Направление движения органа управления для группы действий 1	Примеры движения органов управления
По часовой стрелке*	 11 12 13 14
Вверх	 21 22 23 24 25 26
Вправо	 31 32 33 34 35 36
Вперед	 41 42 43 44 45 46

* Исходное (нулевое) положение органов управления может быть любым. Положения, указанные на примерах 1.1—1.4, рекомендуется принимать в качестве исходных.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8
Справочное

ОПРОСНЫЙ ЛИСТ ДЛЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МАШИН

Для того, чтобы оснастить машину соответствующим электрооборудованием, должна быть приведена следующая информация:

(просьба дать на вопросы исчерпывающие ответы, для того, чтобы предотвратить появление каких-либо ошибок):

1) наименование покупателя;
2) наименование потребителя;
3) номер заявки (распоряжения);
4) тип машины;
5) дата.

Таблица 15

Пункт настоящего стандарта	Вопрос	Ответ
1.3	1. Дополнительные требования потребителя Должны ли быть учтены такие «дополнительные требования»	Да/нет
1.4.1	2. Условия эксплуатации. Если окружающая температура при эксплуатации может быть ниже 5°С или выше 40°С, просьба указать пределы: 1) нижний 2) верхний	_____ °С _____ °С
1.4.2	3. Укажите высоту, если электрооборудование предназначается для использования на высоте более чем 2000 м, или, если используется электронное оборудование, то на высоте более чем 1000 м над уровнем моря	_____
1.4.3	4. Укажите, может ли атмосфера, в которой электрооборудование будет использовано, иметь относительную влажность, превышающую 50% при 40°С или 90% при 20°С или содержать ненормальную концентрацию пыли, кислот, коррозирующих газов и т. п., или должно быть учтено влияние морского воздуха Примечание. Указание должно быть приведено также в том случае, если обычно имеющиеся в незначительных количествах испарения могут вызвать нарушение контактных соединений	
1.4 4.	5. Укажите, может ли электрооборудование быть предназначено для установки на подвижных устройствах, быть способным к постоянной или временной работе в наклонных положениях или может подвергаться случайным ударам или вибрации	_____

Продолжение табл. 15

Пункт настоящего стандарта	Вопрос	Ответ
	Источник питания и относящиеся к нему вопросы	
4.2	6. Возможные колебания напряжения источника питания относительно его номинального значения (если более ±10%)	———
4.2	7. Возможные изменения частоты (если более чем ±2%)	———
4.2	8. Указать, должна ли конструкция электрооборудования допускать изменения питания и определять величины изменений	———
4.3	9. Для каждого источника питания требуется указать:	1 | 2 | 3
	1) переменный или постоянный ток	——— | ——— | ———
	2) номинальное напряжение,	——— | ——— | ———
	если переменный ток, дополнительно требуется указать	——— | ——— | ———
	3) число фаз	
	4) частоту	——— | ——— | ———
4.3	10. Какой тип системы питания и заземления:	Отметить крестиком (×)
	TN — система с заземленной нейтралью и с защитным проводом (PE), подсоединенным к точке заземления системы питания;	
	TT — система с заземленной нейтралью и защитным проводом (PE), не подсоединенным к точке заземления системы питания;	
	IT — система не имеет непосредственного заземления (с изолированной нейтралью)	
4.3	11. Указать, допустимо ли использование нулевого проводника (N) для питания электрооборудования машины	Да/нет
	Вводной выключатель питания	
5.6.2.2	12. Обязательно ли отключение нулевого проводника (N)	Да/нет
5.6.2.2	13. Допустимо ли делать перемычку на нулевом проводнике (N)	Да/нет
5.1.2.1	14. Следует ли предусматривать автоматический выключатель для защиты от утечки на землю	Да/нет
5.1.2.1	15. Надо ли взамен непосредственного подсоединения к заземлению предусматривать реле защиты от утечки на землю	Да/нет
5.2.1	16. Если, в виде исключения, вместе с электрооборудованием предусматривается (общая) защита, то указать значение тока короткого замыкания или мощность	———A или ———kV·A
5.3.1	17. Согласны ли вы с сокращением числа чувствительных элементов в фазах устройств защиты электродвигателей от перегрузки	Да/нет

Продолжение табл. 1б

Пункт настоящего стандарта	Вопрос	Ответ
5.4	18. Следует ли предусмотреть время, зависимую минимальную защиту (реле времени) для блокирования кратковременного падения напряжения в питающей сети	Да/нет
6.2.1	19. Если питание цепи управления не осуществляется непосредственно от силовой цепи, то какое необходимо иметь напряжение питания (и частоты, в случае переменного тока) для цепи управления	——— Гц
6.2.2	20. Одна сторона цепи управления, как правило, заземлена с помощью перемычки, предусмотренной для этой цепи. Укажите, если это не требуется, какое защитное средство следует использовать взамен	———
11.6	21. Максимальная мощность короткозамкнутых двигателей, которые допускается непосредственно включать в сеть	———кВт
	Если машина имеет местное освещение	———
12 2.1	22. Какое допускается наивысшее напряжение	———В
12 2.1	23. Если цепь освещения не питается непосредственно от силовой цепи, то какое желательно иметь напряжение источника питания цепи освещения	———В
	Примечание. Если у потребителя возникают какие-либо затруднения по ответам на вопросы, он должен обратиться в организацию, которая снабжает предприятие электроэнергией	
	Прочие требования	
3.1.6	24. Описание электрооборудования на языке страны, куда оно должно поставляться	———
3.2	Техническая документация на языке страны, куда должно поставляться электрооборудование	———
3.2.1	25. Имеются ли специальные требования к вводу проводов от источника питания	Да/нет
5.1.1.1	26 Доступ к электрооборудованию, находящемуся внутри оболочек разрешен: 1) только высококвалифицированным специалистам; 2) высококвалифицированному и проинструктированному персоналу; 3) неквалифицированному персоналу.	Отметить крестиком (X)
5.1.1.1, (перечисление 1)	27. Необходимы ли для запирания дверей и крышек замки с вынимающимися ключами	Да/нет
6.2.6 3	28. Если используется «Управление двумя руками», то необходимо определить промежуток времени, в течение которого необходимо управлять обеими кнопками (0,2; 0,5 или 1 с)	———с

Продолжение табл. 15

Пункт настоящего стандарта	Вопрос	Ответ
7.2.5	29. Имеются ли специальные ограничения по размерам или весу, которые определяются транспортными средствами, особенностями машины или расположением комплектных устройств управления	Да/нет
	Если имеются, укажите:	
	1) наибольшие размеры	———
	2) наибольший вес.	———
11.3	30. Если в работе машины частота повторения циклов зависит от ручного управления, то какая предполагается максимальная частота повторения циклов	———
	Какова продолжительность времени работы с максимальной частотой или работа будет повторяться без пауз	———мин
13.4.2	31. Если машины имеют специальные исполнения, то следует ли представлять свидетельство об их испытании в работе под нагрузкой	Да/нет
	Следует ли представить свидетельство об испытании типовых машин в работе под нагрузкой, если поставляется одна из них	Да/нет
13 4.2	32. Должно ли электрооборудование полностью отвечать требованиям настоящего стандарта или могут встречаться какие-либо отклонения	
	Если да, то какие	Да/нет

ПРИЛОЖЕНИЕ 9
Справочное

РУКОВОДСТВО ПО ОСУЩЕСТВЛЕНИЮ ЗАЩИТЫ ОТ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ПРОВОДОВ

1. Практически требование приложения 4, п. 4, достигается, если защитный элемент при токе I_{min}, указанном в табл. 16 для проводов соответствующих сечений, вызывает отключение цепи за полное время, которое не должно превышать значения t, указанные в табл. 16.

Примечание. Значения времени t, приведенные в табл. 16, рассчитывают по формуле

$$t=\left(115\cdot\frac{S}{I_{min}}\right)^2, \qquad (3)$$

где S — сечение, мм^2.

2. Для длинных цепей или цепей с малыми сечениями проводов с низкими напряжениями, а также для цепей, которые питаются от трансформаторов ограниченной мощности (такие, как для цепей управления), или питаемые через защитные элементы с высоким импедансом, должен быть рассчитан наименьший ток короткого замыкания I_b, А, который может протекать через соответствующую цепь. Если эта величина меньше указанной для I_{min} в табл. 16, то эта малая величина должна быть использована для определения защитного элемента, чье максимальное полное время отключения при токе I_b должно быть меньше, чем:

$$\left(\frac{I_{min}}{I_b}\right)^2 \cdot t.$$

Таблица 16

Номинальное сечение медного провода S, мм²	Минимальный ток короткого замыкания I_{min}, А	Полное время включения t, с, не более
1	2	3
0,196[1]	50	0,20
0,283[2]	70	0,21
0,5	120	0,23
0,75	180	0,23
1	240	0,23
1,5	310	0,30
2,5	420	0,46
4	560	0,66
6	720	0,90
10	1000	1,3
16	1350	1,8
25	1800	2,5
35	2200	3,3
50[3]	2700	4,5
70	3400	5
95	4100	5
120	4800	5
150	5500	5
185	6300	5
240	7400	5

[1] Номинальный диаметр — 0,5 мм.
[2] Номинальный диаметр — 0,6 мм.
[3] Фактическое сечение — 47 мм².

3. Автоматические выключатели, используемые для защиты проводов малых сечений, должны выбираться таким образом, чтобы протекающая через них электрическая энергия в случае короткого замыкания не превышала бы допустимого значения, определяемого термической стойкостью ($i^2 \cdot t$) защищаемого провода. Это значение может быть определено как произведение значений квадрата тока I_{min} на время t, указанных в табл. 16.

4. Значения максимально допустимого полного времени отключения элементов защиты от короткого замыкания для проводов соответствуют указанному в табл. 16.

Примечание. Табл. 16 является только руководством, так как значение I_{min} принято условно в 20 раз бо́льшим, чем значение, приведенное в табл. 7, графа 2.

Необходимо проверять, чтобы большая длина проводов не вызывала снижения на их концах тока короткого замыкания менее значения I_{min}, указанного в табл. 16, графа 2.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения . . . 2
1.1. Указания по применению . . . 2
1.2. Требования назначения . . . 2
1.3. Дополнительные требования . . . 2
1.4. Общие условия эксплуатации, транспортирования и хранения . . . 2
2. Термины и определения . . . 4
2.1. Электронное оборудование . . . 4
2.2. Комплектное устройство управления . . . 4
2.3. Оболочка . . . 4
2.4. Канал . . . 4
2.5. Трубопровод . . . 4
2.6. Находящаяся под напряжением часть . . . 4
2.7. Незащищенная электропроводящая часть . . . 5
2.8. Защитный провод . . . 5
2.9. Цепь защиты . . . 5
2.10. Силовая цепь . . . 5
2.11. Цепь управления . . . 5
2.12. Цепь сигнализации . . . 5
2.13. Элемент . . . 5
2.14. Коммутационный аппарат . . . 5
2.15. Аппарат управления . . . 5
2.16. Орган управления . . . 5
2.17. Маркировка . . . 6
2.18. Условное буквенно-цифровое обозначение . . . 6
2.19. Площадка для обслуживания . . . 6
2.20. Подготовленный персонал . . . 6
2.21. Квалифицированный специалист . . . 6
2.22—2.53. Термины специальные, по которым имеется ссылка на государственные стандарты СССР . . . 6—7
3. Предупреждающие знаки, маркировка, условные обозначения и техническая документация
3.1. Предупреждающие знаки, маркировка и условные обозначения . . . 7
3.2. Техническая документация . . . 9
4. Общие требования . . . 15
4.1. Электрические элементы и аппараты . . . 15
4.2. Напряжение питания . . . 15
4.3. Подключение к источнику питания . . . 16
5. Защитные меры . . . 17
5.1. Защита от поражения электрическим током . . . 17
5.2. Защита от короткого замыкания . . . 26
5.3. Защита от перегрузки . . . 29
5.4. Защита от самовключения при восстановлении питания после его отключения . . . 30
5.5. Минимальная защита . . . 30
5.6. Аварийное отключение и вводной включатель . . . 30
5.7. Защита в случае неполадки . . . 35
5.8. Помехи . . . 36
6. Цепи управления и сигнализации . . . 37
6.1. Питание и защита цепей управления и сигнализации . . . 37
6.2. Цепи управления . . . 38
6.3. Цепь сигнализации . . . 45
7. Конструкция, размещение электрических аппаратов . . . 45
7.1. Требования, относящиеся к электрооборудованию в целом . . . 45
7.2. Комплектные устройства управления . . . 46
8. Аппараты управления . . . 49

8.1. Требования к аппаратам управления . . . 49
8.2. Требования к выключателям ручного управления и световой сигнальной аппаратуре . . . 51
9. Провода и кабели . . . 60
9.1. Типы проводов . . . 60
9.2. Изоляция проводов . . . 60
9.3. Сечение проводов . . . 61
10. Проводка . . . 62
10.1. Общие требования . . . 62
10.2. Обозначение проводов . . . 64
10.3. Монтаж внутри оболочек . . . 65
10.4. Монтаж вне оболочек . . . 66
11. Электрические двигатели . . . 69
11.1. Общие требования . . . 69
11.2. Размеры . . . 69
11.3. Характеристики . . . 70
11.4. Исполнение оболочки . . . 70
11.5. Механические вибрации . . . 70
11.6. Способы включения . . . 70
11.7. Расположение . . . 71
11.8. Заводские таблички . . . 71
12. Подсоединения приспособлений и местное освещение . . . 71
12.1. Подсоединение приспособлений . . . 71
12.2. Местное освещение на машине . . . 72
13. Испытания . . . 73
13.1. Испытание изоляции . . . 73
13.2. Испытания напряжением . . . 73
13.3. Проверка непрерывности цепи защиты . . . 74
13.4. Испытания в работе . . . 74
13.5. Прочие испытания . . . 75
14. Опросный лист . . . 75
Приложение 1. Предупредительный знак . . . 76
Приложение 2. Безопасное сверхнизкое рабочее напряжение . . . 77
Приложение 3. Защита нулевого и среднего проводников . . . 78
Приложение 4. Допустимые токовые нагрузки и защита от короткого замыкания проводов с поливинилхлоридной изоляцией . . . 79
Приложение 5. Изоляционное расстояние между контактами вводного выключателя . . . 81
Приложение 6. Изоляционные расстояния . . . 82
Приложение 7. Направление движения и расположение органов управления 82
Приложение 8. Опросный лист для электрооборудования производственных машин . . . 87
Приложение 9. Руководство по осуществлению защиты от короткого замыкания проводов . . . 90

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. **ВНЕСЕН Министерством станкостроительной и инструментальной промышленности СССР**

2. **Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26.11.87 № 4277 стандарт Совета Экономической Взаимопомощи СТ СЭВ 539—86 «Электрооборудование производственных машин. Общие технические требования и методы испытаний» введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта СССР с 01.07.88.**

3. **Срок проверки — 1992 г.**

4. **В стандарт введен международный стандарт МЭК 204—1—81.**

5. **ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ**

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта
ГОСТ 2.301—68	3.2.3
ГОСТ 2.601—84	3.2.1.1, 3.2.3, 3.2.4.7.1
ГОСТ 2.701—84	2.49, 2.50, 2.51, 2.52
ГОСТ 2.702—75	3.2.4.2, 3.2.4.3.1, 3.2.4.5.1, 3.2.4.8
ГОСТ 2.708—81	3.2.4.3.2
ГОСТ 2.710—81	2.18, 3.1.5.1, 3.1.5.2, 3.2.3
ГОСТ 12.1.009—76	2.36, 2.37, 2.38, 2.39, 2.40
ГОСТ 12.2.007.0—75	5.1.2.2, 5.1.2.3
ГОСТ 183—74	4.2.1, 11.1, 11.4
ГОСТ 361—85	2.22
ГОСТ 7599—82	10.4.6
ГОСТ 8865—70	11.3.3
ГОСТ 11076—69	3.1.4
ГОСТ 12434—83	5.6.1.1, 5.6.2
ГОСТ 14254—80	2.53, 5.1.1.1, 7.2.1, 8.1.2, 8.1.6.1
ГОСТ 15049—81	2.25, 2.26, 2.27, 2.28, 2.29
ГОСТ 15845—80	2.45, 2.46, 2.47
ГОСТ 16703—79	2.23, 2.24
ГОСТ 17703—72	2.14, 2.30, 2.31, 2.32, 2.33, 2.34, 2.35
ГОСТ 23450—79	5.8.1
ГОСТ 24505—80	3.1.6
ГОСТ 25034—85	2.48
ГОСТ 25874—83	3.1.6, 5.1.2.1.6, 5.6.2.2, 8.2.3.3
ГОСТ 26642—85	4.2.2.1
СТ СЭВ 3230—81	2.41, 2.42, 2.43, 2.44, 5.1.2.2, 5.1.2.4, 5.6.2.2, приложение 2

Е. ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Группа Е02

Изменение № 1 ГОСТ 27487—87 Электрооборудование производственных машин. Общие технические требования и методы испытаний

Утверждено и введено в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 24.04.90 № 971

Дата введения 01.12.90

Вводная часть. Первый абзац. Заменить слова: «пищевой и сложных отраслей» на «пищевой и смежных отраслей».

Пункт 4.2.2.1. Первый абзац после слова «оборудования» дополнить словами: «(за исключением силового электронного оборудования)»;

подпункт 1. Заменить слово: «на» на «за»; исключить слова: «(за исключением силового электронного оборудования)».

Пункт 4.2.2.2. Заменить слово: «превышающие» на «прерывающие».

Пункт 4.3.3. Первый абзац. Заменить слова: «(п. 5.6.2.5 и последний абзац п. 7.2.4)» на «(при учете требований п. 5.6.2.5 и п. 7.2.4.2 последнего абзаца)»;

второй абзац. Заменить слово: «корпусом» на «(корпусом)».

Пункт 4.3.5 после слов «присоединяется к сети» изложить в новой редакции: «посредством штепсельного разъема, то отклонение от указаний п. 6.2.2.2 не допускается и цепи управления должны отвечать требованиям первого абзаца п. 6.2.2.3».

Пункт 5.1.1.1. Подпункт 1. Второй абзац изложить в новой редакции: «Части, установленные внутри оболочки на дверях и находящиеся под опасным напряжением, должны быть защищены так, чтобы исключалось случайное прикосновение к ним при открытых дверях».

Пункт 5.2.1. Последний абзац. Заменить слово: «установки» на «уставки».

Пункт 5.6.1. Подпункт 2. Второй абзац. Заменить слово: «последовательно» на «параллельно».

(Продолжение см. с. 144)

Пункт 5.6.1.3. Подпункт 2 дополнить словами: «(при наличии на машине более двух кнопок управления)».

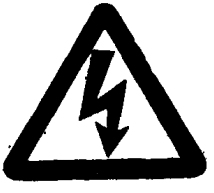
Пункт 6.2.6.3. Последний абзац после слов «по времени» дополнить словами: «между нажатием кнопок».

Пункт 8.2.2.1 дополнить абзацем: «В случае, если последнее требование ограничивает свободу приложения управляющего воздействия на органы управления некоторых видов аппаратов управления, то на время его приложения должны выполняться как минимум требования п. 7.2.1, третий абзац».

Пункт 11.8. Первый абзац после слов «доступном месте» изложить в новой редакции: «следует установить табличку со сведениями, дублирующими данные заводской таблички».

Пункт 13.2. Подпункт 2. Первый абзац изложить в новой редакции: «между цепями управления и сигнализации (в случае их наличия) с номинальным напряжением от 50 В переменного, 120 В постоянного и выше, не соединенных непосредственно с силовыми цепями и защитной цепью».

Приложение 1. Чертеж 1 заменить новым:



Черт. 1

Приложение 8. Таблица 15. Графа «Пункт настоящего стандарта». Исключить ссылку: 13.4.2 (вопрос 32).

Приложение 9. Таблица 16. Головка. Заменить слово: «включения» на «отключения».

(ИУС № 7 1990 г.)

Редактор *Т. С. Шеко*
Технический редактор *М. И. Максимова*
Корректор *Р. Н. Корчагина*

Сдано в наб. 08.12.87 Подп. в печ. 10.03.88 6,0 усл. п. л. 6,125 усл. кр.-отт. 6,54 уч.-изд. л.
Тир. 16 000 Цена 35 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 1709

Цена 35 коп.

Величина	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		международное	русское
ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ			
Длина	метр	m	м
Масса	килограмм	kg	кг
Время	секунда	s	с
Сила электрического тока	ампер	A	А
Термодинамическая температура	кельвин	K	К
Количество вещества	моль	mol	моль
Сила света	кандела	cd	кд
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ			
Плоский угол	радиан	rad	рад
Телесный угол	стерадиан	sr	ср

ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ, ИМЕЮЩИЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ

Величина	Единица			Выражение через основные и дополнительные единицы СИ
	Наименование	Обозначение		
		международное	русское	
Частота	герц	Hz	Гц	$с^{-1}$
Сила	ньютон	N	Н	$м \cdot кг \cdot с^{-2}$
Давление	паскаль	Pa	Па	$м^{-1} \cdot кг \cdot с^{-2}$
Энергия	джоуль	J	Дж	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2}$
Мощность	ватт	W	Вт	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3}$
Количество электричества	кулон	C	Кл	$с \cdot А$
Электрическое напряжение	вольт	V	В	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-1}$
Электрическая емкость	фарад	F	Ф	$м^{-2} кг^{-1} \cdot с^4 \cdot А^2$
Электрическое сопротивление	ом	Ω	Ом	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-2}$
Электрическая проводимость	сименс	S	См	$м^{-2} кг^{-1} \cdot с^3 \cdot А^2$
Поток магнитной индукции	вебер	Wb	Вб	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-1}$
Магнитная индукция	тесла	T	Тл	$кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-1}$
Индуктивность	генри	H	Гн	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-2}$
Световой поток	люмен	lm	лм	кд · ср
Освещенность	люкс	lx	лк	$м^{-2} \cdot кд \cdot ср$
Активность радионуклида	беккерель	Bq	Бк	$с^{-1}$
Поглощенная доза ионизирующего излучения	грэй	Gy	Гр	$м^2 \cdot с^{-2}$
Эквивалентная доза излучения	зиверт	Sv	Зв	$м^2 \cdot с^{-2}$