ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Часть 1
Общие условия эксплуатации и общие требования

(IEC 60077-1:1999 Railway applications. Electric equipment for rolling stock Part 1 General service conditions and general rules, IDT)

СТ РК МЭК 60077 – 1 - 2007

Издание официальное

Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан (Госстандарт)

Астана

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Казахстанским научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта (ТОО «КазНИИЖТ»)

ВНЕСЕН Комитетом путей сообщения Министерства транспорта и коммуникаций Республики Казахстан

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан от 24 декабря 2007 года № 691

3 Настоящий стандарт является идентичным по отношению к международному стандарту МЭК 60077-1:1999 «ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА. Часть 1. Общие условия эксплуатации и общие требования» (IEC 60077-1:1999 «RAILWAY APPLICATIONS. ELECTRIC EQUIPMENT FOR ROLLING STOCK. Part 1: General service conditions and general rules», IDT) с изменениями, которые по тексту выделены курсивом

4 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ **2012 год**
ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ **5 лет**

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан

Содержание

	Введение	IV
1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	1
3	Термины и определения	2
4	Классификация	5
5	Характеристики категории применения	5
6	Информация о продукции	9
7	Обычные условия эксплуатации	11
8	Требования к конструкции и производительности	15
9	Испытания	31
	Приложение А. Измерение длины пути тока утечки и изоляционного промежутка	50
	Приложение Б. Согласование определений	56
	Приложение В. Определение изоляционного промежутка и длины пути тока утечки	59
	Приложение. Библиография	62

Введение

В настоящем стандарте установлены основные условия обслуживания и основные требования для электрического оборудования, дополнительные специфические данные о некоторых типах тягового оборудования приводятся в других стандартах *СТ РК МЭК 60077*, в частности, в стандартах на продукцию, являющимися частью серии стандартов о тяговом оборудовании.

Серия стандартов СТ РК МЭК 60077 под общим наименованием «Подвижной состав железных дорог. Электрооборудование для подвижного состава» состоит из:

Часть 1. Общие условия эксплуатации и общие требования

Часть 2. Электрические компоненты. Основные требования

Часть 4. Электрические компоненты. Требования для выключателей переменного тока

Часть 5. Электрические компоненты. Требования для плавких предохранителей высокого напряжения.

Данный стандарт распространяется на все цепи силового или электронного оборудования управления, присоединенного к аккумулятору или линейному напряжению, и все цепи, являющиеся частью коммутирующей аппаратуры или аппаратуры управления, а к внутренним цепям применяются специальные требования соответствующих стандартов на продукцию.

Для электрооборудования подвижного состава, указываются требования, обеспечивающие удовлетворительное функционирование подвижного состава.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Часть 1

Общие условия эксплуатации и общие требования

Railway applications. Electric equipment for rolling stock. Part 1. General service conditions and general rules

Дата введения 2009.01.01.

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие условия эксплуатации и общие требования для всего электрооборудования, устанавливаемого в силовых цепях, вспомогательных цепях, цепях управления и индикаторных цепях, и т.д. подвижного состава.

Примечание – Некоторые из требований, по соглашению между пользователем и производителем, могут быть использованы для электрооборудования, устанавливаемого на других транспортных средствах, например рудничных локомотивах, троллейбусах и т.д.

Целью настоящего стандарта является согласование всех общих требований, применяемых к электрооборудованию подвижного состава. Согласование проводится для того, чтобы установить единые требования и испытания для всех классов оборудования и для того чтобы не проводить испытания по другим стандартам.

В настоящем стандарте указаны все требования касающиеся:

– воздействия окружающей среды во время стандартных условий эксплуатации;

– конструкции;

– рабочих характеристик;

а также другие характеристики, например: нагревание, диэлектрические свойства, и т.д.

Измерение длины пути тока утечки и изоляционного промежутка приводится в приложении А.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

Издание официальное

СТ РК МЭК 61133-2007 Тяга электрическая. Подвижной состав. Методы испытаний теплового/электрического подвижного состава после завершения формирования и перед вводом в действие.

СТ РК МЭК 61373-2007 Подвижной состав железных дорог. Оборудование подвижного состава. Испытания на удар и вибрацию.

ГОСТ 687-78 Выключатели переменного тока на напряжение свыше 1000 В. Общие технические условия.

ГОСТ 8865-93 Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация.

ГОСТ 14254-96 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)

ГОСТ 18620-86 Изделия электротехнические. Маркировка.

ГОСТ 27473-87 Материалы электроизоляционные твердые. Метод определения сравнительного и контрольного индексов трекингостойкости во влажной среде.

ГОСТ 27474-87 Материалы электроизоляционные. Методы испытания на сопротивление образованию токопроводящих мостиков и эрозии в жестких условиях окружающей среды.

ГОСТ 28199-89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание А: Холод.

ГОСТ 28200-89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание В: Сухое тепло.

ГОСТ 28201-89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Са: Влажное тепло, постоянный режим.

ГОСТ 28234-89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Kb: Соляной туман, циклическое (раствор хлорида натрия).

ГОСТ 30331.3-95 Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 Общие

3.1.1 **Подвижной состав:** Общий термин для всех транспортных средств с электродвигателями или без них (см. приложение Б) [1].

3.1.2 **Транспортное средство:** Общий термин, обозначающий один элемент подвижного состава, например, локомотив, пассажирский или товарный вагон [1].

3.2 Цепи

3.2.1 **Силовая цепь:** Цепь, проводящая ток в машинах и оборудовании, например преобразователях и тяговых электродвигателях, передающих мощность тяговой силе [1].

3.2.2 **Главная цепь:** Все токопроводящие детали устройства, проводящие ток, движение которого обеспечивается данным устройством.

3.2.3 **Вспомогательная цепь:** Цепь, проводящая ток во вспомогательных устройствах, например компрессорах и вентиляторах [1].

3.2.4 **Цепь управления:** Цепь, используемая для включения силового или вспомогательного оборудования [1].

3.2.5 **Индикаторная цепь:** Цепь, передающая сигнал, который показывает или регистрирует наличие или отсутствие определенного рабочего условия, например, сигнал, указывающий на сбой в электрическом оборудовании [1].

3.3 **Аккумулятор:** Электрохимическая система, сохраняющая в химической форме полученную электрическую энергию, и возвращающая эту энергию путем обратного преобразования [1].

3.4 Типы испытаний

3.4.1 **Типовое испытание:** Испытание одного или нескольких устройств определенной конструкции, подтверждающих соответствие этой конструкции определенным техническим требованиям [1].

3.4.2 **Серийное испытание:** Испытание, проводимое на отдельных образцах устройства во время производства или после него, чтобы подтвердить его соответствие определенным критериям [1].

3.4.3 **Выборочный контроль:** Испытание ряда устройств, выбранных случайным методом из одной партии [1].

3.4.4 **Исследовательское испытание:** Специальное испытание, проводимое с целью получения дополнительной информации [1].

3.5 **Незащищенная электропроводящая деталь:** Электропроводящая деталь, открытая для доступа и обычно находящаяся без напряжения, но которая может оказаться под напряжением при возникновении повреждений [2].

3.6 Характеристические величины

3.6.1 **Предельная величина:** В технической документации наибольшая или наименьшая допустимая величина [3].

3.6.2 **Номинальная величина:** Соответствующая приближенная величина, применяемая для обозначения или указания технической характеристики детали, устройства или оборудования [1].

Примечание – В настоящем стандарте в соответствии с установившейся практикой термин «номинальный» применяется только для обозначения цепей напряжения контактного провода и аккумуляторной батареи.

3.6.3 **Номинальное значение:** Величина, устанавливаемая, в основном, производителем для определенного рабочего состояния компонента, устройства или оборудования [1].

3.6.4 **Рабочее напряжение:** Наибольшее действующее значение напряжения переменного тока или наибольшее значение напряжения постоянного тока, которое может возникнуть (локально) на изоляции при номинальном напряжении электропитания, при разомкнутой цепи или стандартных условиях функционирования, при этом переходное состояние не берется в расчет.

Примечание – Рабочее напряжение внутренней детали оборудования может отличаться от напряжения электропитания, например, в следующих случаях:

– рассматривается деталь оборудования (после трансформатора, преобразователя);

– проводник цепи не подсоединен напрямую к конструкции транспортного средства;

– напряжение является частью напряжения электропитания (последовательно соединенные детали);

– рассматривается вторичная или двойная изоляция.

3.6.5 **Постоянный режим работы:** Режим работы электрооборудования подвижного состава, определяемый значениями тока, напряжения, давления сжатого воздуха и т.д., изменяющимися по времени.

Примечание – Для обеспечения функционирования различных деталей оборудования необходимо выполнить ряд соответствующих условий. В некоторых случаях достаточно указать постоянный режим работы, при котором электрические, механические и тепловые нагрузки соответствует действительным условиям эксплуатации. Некоторые испытания, указанные в настоящем стандарте, проводятся в постоянном режиме работы.

3.6.6 **Постоянный номинальный ток:** Ток, соответствующий постоянному режиму работы.

3.6.7 **Постоянное номинальное напряжение:** Напряжение, соответствующее постоянному режиму работы.

3.7 Типы изоляции

3.7.1 **Функциональная изоляция:** Изоляция между токопроводящими частями, обеспечивающая надлежащую работу оборудования.

3.7.2 **Главная изоляция:** Изоляция деталей под напряжением, обеспечивающая основную защиту от поражения электрическим током (безопасность людей).

Примечание – Главная изоляция не включает функциональную изоляцию [4].

3.7.3 **Дополнительная изоляция:** Изоляция, применяемая в дополнение к основной изоляции, в целях обеспечения защиты от поражения электрическим током при повреждении главной изоляции [4].

3.7.4 **Усиленная изоляция:** Изоляция токопроводящих деталей, обеспечивающая защиту от поражения электрическим током. Усиленная изоляция соответствует двойной изоляции в условиях, указанных в соответствующем стандарте [4].

Примечание – Усиленная изоляция может быть неоднородной по составу. Усиленная изоляция может состоять из нескольких слоев, но ее нельзя испытать по отдельности как главную или дополнительную изоляцию.

3.7.5 **Двойная изоляция:** Двухслойная изоляция, при этом первая находится между проводниками под напряжением и промежуточной рамой, а вторая находится между промежуточной рамой и корпусом транспортного средства [1].

4 Классификация

Электротехнические компоненты классифицируются согласно:
- рабочей частоте;
- категории компонента;
- типу конструкции:
  - открытая конструкция;
  - закрытая конструкция;
- степени защиты, обеспечиваемые оболочками конструкции *(см. ГОСТ 14254-96)*.

Выключатели классифицируются:
- в соответствии с рабочими частотами;
-в соответствии с типом конструкции (наружной или внутренней установки).

Плавкие предохранители классифицируются:
- по диапазону отключения;
- по категории применения.

5 Характеристики категории применения

В соответствии с категорией использования оборудования определяют его применение по назначению, поэтому она должна быть указана в соответствующем стандарте на продукцию (см. приложение Б). В качестве категории используется один или несколько следующих параметров:
– ток(и);
– напряжение(я);
– частота;
– давление воздуха.

Примечание – Данный перечень не является исчерпывающим и может включать другие параметры в зависимости от обстоятельств.

5.1 Номинальное напряжение

5.1.1 Общие положения

Термин номинальное напряжение можно применить к значению тока, как на входе, так и на выходе оборудования. Значение устанавливается производителем.

5.1.2 Номинальное рабочее напряжение (U_e)

Номинальное рабочее напряжение оборудования является значением напряжения, которое наряду с номинальным рабочим током и номинальной рабочей частотой является определяющим при использовании оборудования. В соответствии с ним проводятся испытания и устанавливаются категории использования.

5.1.3 Номинальное напряжение на изоляции (U_i)

Номинальное напряжение на изоляции является значением напряжения, в соответствии с которым проводятся испытания на прочность диэлектрика на пробой и длины пути тока утечки.

Значение наибольшего рабочего напряжения или номинального рабочего напряжения не должно превышать значение номинального напряжения на изоляции.

Номинальное напряжение на изоляции, по меньшей мере, равно наибольшему действующему значению напряжения между электродами и вдоль длины пути тока утечки в течение продолжительного периода времени, например, в контактном проводе толщиной более 5 мм. Неповторяющимся переходным напряжением можно пренебречь.

Если напряжение не является синусоидальным или постоянным, то действующее или среднее значения напряжения не могут быть приняты во внимание для указания номинального напряжения на изоляции компонентов.

При отсутствии данных о влиянии на электрическую прочность диэлектрика:

– соотношения между продолжительностью периодических импульсов и их возникновением;

– числа импульсов при каждом их возникновении;

– скорости увеличения напряжения импульсов,

рекомендуется, чтобы данное напряжение было равно действующему значению, но не менее 70 % пикового значения напряжения.

5.1.4 Номинальное допустимое напряжение промышленной частоты (U_{50})

Номинальным допустимым напряжением промышленной частоты является действующее значение напряжения частотой 50 Гц, практически синусоидального, которое должна выдерживать в течение 1 мин (или 5 мин) внутренняя и внешняя изоляция электрооборудования при определенных условиях испытания.

5.1.5 Номинальное допустимое импульсное напряжение (U_{imp})

Номинальным допустимым импульсным напряжением является наибольшее пиковое значение импульсного напряжения, указанной формы и полярности, которое оборудование может выдержать без сбоев при определенных условиях испытания и согласно которому устанавливается значение изоляционного промежутка (U 1,2/50 мкс).

Номинальное допустимое импульсное напряжение оборудования должно быть равно или быть выше значения, указанного для переходного перенапряжения в цепи с установленным оборудованием.

5.2 Номинальное напряжение оборудования

5.2.1 Электропитание от контактного провода

Номинальным рабочим напряжением U_e оборудования, питаемого от контактного провода, должно быть наибольшее постоянное напряжение контактного провода, как указано в [6].

5.2.2 Электропитание от трансформатора

Номинальное рабочее напряжение U_e оборудования, питаемого от обмотки преобразователя, должно быть равно действующему значению напряжения на выводах обмотки, когда в первичную обмотку трансформатора поступает ток с номинальным рабочим напряжением. Если второй трансформатор установлен между вышеуказанным трансформатором и оборудованием, то номинальное рабочее напряжение U_e должно быть равно вышеуказанному номинальному рабочему напряжению и умножено на коэффициент преобразования второго трансформатора.

5.2.3 Электропитание от генератора с независимым приводом или генератора переменного тока или преобразователя

Номинальным рабочим напряжением U_e оборудования, питаемого от

генератора с независимым приводом или генератора переменного тока или преобразователя, является наибольшее предельное напряжение данного электропитания.

5.2.4 Питание от аккумулятора с непрерывной подзарядкой

Номинальное напряжение U_n, используемое в цепи аккумулятора и оборудования, получающего электропитание от него, должно быть выбрано из числа следующих рекомендуемых значений: 24 В, 48 В, 72 В, 96 В, 110 В.

Примечание 1 – Эти значения номинального напряжения являются стандартными значениями, принимаемыми в расчет при проектировании оборудования. Их не следует считать напряжением аккумулятора без нагрузки, которое устанавливается в зависимости от типа аккумулятора, числа элементов аккумулятора и условий эксплуатации.

Примечание 2 – Аккумулятор с номинальным напряжением 26,5 В может быть использован для обеспечения электропитания оборудования, функционирующего при номинальном напряжении 24 В. В этом случае должно быть установлено соответствие требованиям по договоренности между производителем и пользователем.

Номинальное рабочее напряжение U_e оборудования, питаемого от аккумулятора с непрерывной подзарядкой, должно быть равно 1,15 U_n.

Примечание 3 – Данное значение считается наибольшим предельным значением зарядного устройства в стандартном рабочем состоянии.

5.2.5 Электропитание от аккумулятора

Номинальное рабочее напряжение U_e оборудования, питаемого от аккумулятора, должно быть равно 1,1 U_n. Такое напряжение возникает на клеммах полностью заряженного аккумулятора, обеспечивающего электропитание оборудования, при этом ток должен быть равен значению, которое соответствует типу оборудования и условиям эксплуатации.

Примечание – Следует использовать полностью заряженный аккумулятор.

5.3 Номинальный ток оборудования

5.3.1 Номинальный рабочий ток (I_e)

Номинальный рабочий ток оборудования указывается производителем с учетом номинального рабочего напряжения и номинальной рабочей частоты.

5.3.2 Номинальный кратковременно допустимый ток (I_{cw})

Номинальным кратковременно допустимым током оборудования является такое значение тока, установленного производителем для оборудования, который это оборудование может проводить без выхода из строя при условиях испытаний, указанных в соответствующем стандарте на продукцию.

5.4 Номинальная рабочая частота

Номинальная рабочая частота оборудования указывается производителем с учетом номинального рабочего напряжения.

5.5 Номинальное давление воздуха

Номинальным давлением воздуха, подаваемого к пневматическому и электропневматическому оборудованию, является наибольшее предельное значение в пределах диапазона работы регулирующего устройства, и согласно которому проводятся соответствующие испытания.

6 Информация о продукции

6.1 Вид информации

Следующая информация указывается производителем для каждой части оборудования, если это требуется согласно стандарту на продукцию:

а) идентификация

– наименование производителя или торговая марка;

– тип продукции или серийный номер;

– модификация;

– ссылка на соответствующий стандарт на продукцию, если производитель указывает соответствие с ним,

б) технические характеристики

Следующий список не является исчерпывающим и применяется при необходимости.

– номинальное рабочее напряжение(я);

– номинальное напряжение на изоляции;

– наибольшее допустимое импульсное напряжение;

– номинальный рабочий ток(и) при номинальном рабочем напряжении(ях);

– номинальная рабочая частота(ты);

– наибольшее потребление тока;

– число операций на механическую и электрическую прочность, согласно соответствующему стандарту на продукцию;

– номинальный режим работы в условиях перегрузки и (или) отказа оборудования согласно соответствующему стандарту на продукцию;

– IP код, если оборудование оснащено корпусом (согласно *ГОСТ 14254*);

– степень допустимого загрязнения оборудования (согласно 7.9);

– номинальное напряжение(я), номинальная частота(ты) и номинальный

ток(и) цепи(ей) управления;

– номинальное давление воздуха и пределы изменения давления (для оборудования с пневматическим управлением);

– габариты;

– минимальный размер корпуса и, при необходимости, данные о вентиляции, к которым применяются номинальные характеристики;

– минимальное расстояние между оборудованием и его корпусом;

– минимальное расстояние между оборудованием и металлическими частями, подключенными к корпусу транспортного средства, если оборудование предназначено для использования без корпуса;

– вес.

Некоторые пункты данной информации могут быть дополнены значением температуры окружающей среды, при которой была произведена калибровка оборудования.

6.2 Маркировка

Вся соответствующая информация, как указано в пункте 6.1, обозначаемая на оборудовании, должна быть указана в соответствующем стандарте на продукцию.

Следующие знаки маркировки на оборудовании являются обязательными:

– наименование производителя или торговая марка;

– тип оборудования;

– серийный номер либо дата или код производства, *а также другие данные в соответствии с ГОСТ 18620.*

Эти данные указываются на заводской табличке, для того, чтобы получить полные данные у производителя. Маркировка должна быть нанесена прочно и понятна для чтения.

6.3 Инструкции по хранению, установке, эксплуатации и техническому обслуживанию

В документации или каталогах, если они имеются, производитель должен указать инструкции по хранению, установке, эксплуатации и техническому обслуживанию оборудования во время работы и после возникновения повреждения.

При необходимости, инструкции по хранению, транспортировке, установке и эксплуатации оборудования должны включать меры, имеющие большую важность для надлежащей и правильной установки, ввода в действие и эксплуатации оборудования.

В данных документах должны быть указаны рекомендуемая степень и

частота проведения технического обслуживания, если они проводятся.

Примечание – Не обязательно, чтобы все оборудование, на которое распространяется настоящий стандарт, подлежало техническому обслуживанию.

7 Обычные условия эксплуатации

7.1 Общие положения

В данном пункте описываются условия окружающей среды, указанные в [5], которые следует считать стандартными условиями эксплуатации. Если применяются другие условия, то они должны быть выбраны согласно [5]. Перечень перечисленных ниже параметров, не является исчерпывающим, в [5] указаны дополнительные параметры.

Стандартные условия эксплуатации представляют собой комбинацию условий окружающей среды, условий функционирования и установки.

7.2 Высота

Высота, на которой оборудование нормально функционирует, не должна превышать 1400 м над уровнем моря.

Примечание – Чтобы установить оборудование при больших значениях высоты, необходимо принять во внимание снижение электрической прочности диэлектриков и охлаждающее воздействие воздуха. Используемое в таких условиях оборудование должно быть спроектировано или использоваться по договоренности между производителем и пользователем.

7.3 Температура

Значения температуры окружающей среды приведены в [5] класс 5К2, диапазон которых находится в пределах от минус 25 ^{0}С до 40 ^{0}С.

Если значения температуры окружающей среды выходят за пределы данного диапазона, то они должны быть согласованы между производителем и пользователем.

Если оборудование окружает воздух, температура которого выше температуры окружающей среды благодаря наличию корпуса, прилегающих источников тепла или воздействия солнечных лучей, то оборудование должно быть соответствующим образом рассчитано на такое повышение температуры.

Обычно, предполагается, что исходным значением температуры является $T_г$ = 25 ^{0}С, как значение постоянной температуры, при которой влияние на старение изоляционных материалов аналогично процессу старения при температуре окружающей среды во время эксплуатации.

Примечание – Температура хранения не рассматривается как стандартное условие эксплуатации.

7.4 Влажность

Следующие условия взяты из [5] класс 5К2.

Относительная влажность 95 % с изменением температуры в пределах от минус 25 ^{0}С до 30 ^{0}С, при этом наибольшая абсолютная влажность составляет 30 г/м^3.

7.5 Биологические условия

Факторы риска биологического воздействия приведены в [5], класс 5В2.

7.6 Химически активные вещества

Существующие химически активные вещества приведены в [5], класс 5С2.

7.7 Механически активные вещества

Существующие механически активные вещества приведены в [5], класс 5S2.

7.8 Вибрация и удары

Оборудование подвергается воздействию вибраций и ударам в пределах всего диапазона частот и уровней ускорения, которые имеют место при эксплуатации, как указано в *СТ РК МЭК 61373.*

7.9 Влияние загрязнения

В зависимости от месторасположения оборудования, оно подвергается различной степени загрязнения.

Загрязнение следует учитывать при проектировании электрооборудования и компонентов, в частности, изоляционного промежутка и длины пути тока утечки, если их положение и направление предполагают образование такого количества пыли, грязи, воды и т.п., которое приведет к уменьшению изоляционного промежутка и длины пути тока утечки.

На коротких изоляционных промежутках и путях тока утечки могут образоваться плотные мосты в виде твердых частиц, пыли и воды, следовательно, должны быть указаны минимальные значения расстояния изоляционных промежутков и длины пути тока утечки. Могут быть приняты меры, направленные на уменьшение влияния загрязнения на рассматриваемые изоляционные промежутки и длину пути тока утечки

путем использования корпуса, герметизации или герметичного уплотнения.

Влияние загрязнения на работу диэлектриков классифицируется по четырем степеням загрязнения, как указано ниже.

а) Степень загрязнения СЗ 1

Никакого загрязнения или образуется только сухая, непроводящая электричество пыль. Загрязнение не имеет никакого влияния.

Примечание – Применение данной степени загрязнения не рекомендуется для подвижного состава без соответствующего герметичного уплотнения, например IP65 согласно *ГОСТ 14254*.

б) Степень загрязнения СЗ 2

Возникает только непроводящая электричество пыль. Вероятно возникновение временной электрической проводимости вследствие конденсации при остановке работы оборудования.

Пример - Устройство должно быть защищено корпусом таким образом, чтобы он обеспечивал эффективную защиту от загрязнения, по меньшей мере, аналогичному IP54, согласно ГОСТ 14254.

в) Степень загрязнения СЗ 3

Загрязнение, проводящее или не проводящее ток, но которое может стать токопроводящим вследствие вероятной конденсации.

Пример - Устройство должно быть размещено внутри помещения, не подвергаясь прямому воздействию дождя, снега и повышенному содержанию пыли.

г) Степень загрязнения СЗ 4

Загрязнение образует слой с постоянной электропроводимостью.

Пример - Загрязнение снаружи транспортного средства: на крыше, под рамой.

Примечание – Если вероятно образование значительного количества или плотного слоя загрязнения, то минимальное расстояние изоляционного промежутка или длина пути тока утечки должны быть соответствующим образом увеличены.

7.10 Перенапряжение

В электрооборудовании может возникнуть перенапряжение от внешней сети электропитания или внутри самого оборудования, например, во время переходных процессов при коммутации, грозовых разрядах и т.д. Уровни перенапряжения различны для каждой рассматриваемой части оборудования.

Перенапряжение необходимо учитывать при конструировании электрооборудования и определении изоляционных промежутков.

Применяются четыре категории перенапряжения, описываемые ниже.

7.10.1 Категория перенапряжения КП 1

Цепи, защищенные от внешнего и внутреннего перенапряжений, и в которых может возникнуть только ограниченное перенапряжение, так как:

– они не соединены напрямую с контактным проводом,

– управление ими происходит внутри оборудования,
– они находятся внутри оборудования или устройства.

7.10.2 Категория перенапряжения КП 2

Цепи, не соединенные напрямую с контактным проводом, и которые защищены от перенапряжения.

7.10.3 Категория перенапряжения КП 3

Цепи, соединенные напрямую с контактным проводом, но защищены от перенапряжений и не подвержены влиянию атмосферных воздействий.

7.10.4 Категория перенапряжения КП 4

Цепи, соединенные напрямую с контактным проводом без защитного устройства от перенапряжений и расположенные вблизи от места соединения и для которых существует угроза попадания грозового разряда или возникновения перенапряжения вследствие коммутации.

Для категорий перенапряжения можно дать следующее разъяснение.

Подвижной состав оснащен устройством защиты от перенапряжения, которое обеспечивает уровень защиты, степень которой известна согласно его характеристикам. Следовательно, следует считать, что под условия КП 4 подпадает только та часть цепи, которая расположена на отрезке между устройством защиты и токосъемником, и которая может быть отделена коммутационной аппаратурой или автоматическим выключателем.

Силовые цепи, не защищенные никакими другими компонентами, помимо защитного устройства для снижения перенапряжения, следует считать соответствующими условиям КП 3.

Силовые цепи с дополнительной защитой в виде фильтров или компонентов устройства, выполняющих по своей сути защитную функцию (например, полупроводниками) можно считать соответствующими условию КП 2, если только не известен уровень перенапряжения. Если цепь оснащена гальванической изоляцией или установлено несколько последовательных фильтров, или компоненты устройства, выполняют эти функции, и отделяют цепь от высоковольтных цепей, можно считать, что они соответствуют условиям КП 1.

8 Требования к конструкции и производительности

8.1 Конструкционные требования

8.1.1 Риск поражения электрическим током

Поверхность токопроводящих деталей, доступных для соприкосновения, должна быть эквипотенциальной. Следует принять меры предосторожности против риска поражения пассажиров или персонала электрическим током от оборудования или его возгорания при контакте:

– токоведущими частями оборудования или электрическим проводником;

– металлическим предметом, случайно оказавшимся под напряжением.

Незащищенные токопроводящие детали (любые металлические или другие токопроводящие материалы без тока, за исключением ошибочной подачи, к которым существует доступ) должны быть приварены к корпусу транспортного средства или его составным частям либо напрямую или через защитный заземляющий провод.

Необходимо принять все меры предосторожности по предотвращению повышения сопротивляемости сварки с течением времени, в частности вследствие коррозии или усталости металла.

Если номинальное напряжение больше 60 В постоянного тока или 25 В переменного тока, то токоведущие части оборудования должны быть недоступны для прямого или косвенного контакта с применением соответствующих мер защиты, согласно *ГОСТ 30331.3.*

Если существует риск поражения остаточным зарядом в конденсаторах, представляющим опасность, то должна быть предусмотрена система их разрядки прежде, чем разрешить доступ к цепям, соединенным с конденсаторами.

Защитные устройства (плавкие предохранители или автоматические выключатели) и электрическое сопротивление заземляющих цепей должны проводить напряжение не более 120 В постоянного тока или 50 В переменного тока между двумя одновременно доступными металлическими частями в случае возникновения повреждений.

8.1.2 Возврат тока и защитное заземление

8.1.2.1 Общие положения

Схема цепи должна обеспечивать возврат всех токов к источнику электропитания, не причиняя повреждений или создавая риск поражения электрическим током.

Минимально должно быть два отдельных пути как для возврата тока,

так и защитного заземления, чтобы повреждение одного пути не привело к сбоям или не возник риск удара электрическим током. Цепи защитного заземления и возврата тока могут быть совмещены. Оба пути должны быть доступны для визуального осмотра при проверке.

Подключение к стационарной установке должно быть обеспечено, по крайней мере, через две гибкие токосъемные щетки (на двух разных валах) или через два токосъемных башмака на ходовых рельсах или специальных рельсах.

В целях предотвращения поломки оборудования или риска поражения электрическим током повреждения в путях возврата тока должны выявляться соответствующими средствами, например, специальными методами или отслеживающим устройством. Параметры путей возврата тока должны быть такими, чтобы проводить все токи, которые могут протекать через них. Следует уделить внимание всем токам, проходящим в ходовых рельсах.

8.1.2.2 Возврат тока промышленной частоты

Возврат тока промышленной частоты должен быть обеспечен:

– либо через отдельное подключение всех цепей к электрической шине, изолированной от корпуса транспортного средства, каких-либо незащищенных токопроводящих деталей и подключенных к коллекторам возврата тока (токособирательные щетки, токосъёмные башмаки);

– или через подключение всех силовых цепей к корпусу транспортного средства, в свою очередь присоединенного к коллекторам обратного тока (токособирательные щетки, токосъёмные башмаки).

Цепи возврата тока промышленной частоты не должны оказывать вредного воздействия на работу системы защиты от коротких замыканий при сбоях в оборудовании транспортного средства.

8.1.2.3 Заземление транспортного средства

Корпус транспортного средства и рама тележки должны быть присоединены либо к электрической шине возврата тока или напрямую к коллекторам возврата тока или (например, при слабом токе, при котором исключен риск повреждения буксового подшипника) к буксовым подшипникам.

В цепях защиты конструкцию кузова транспортного средства, необходимо подключить через резисторы или индукторы к коллекторам возврата тока, чтобы:

– полное сопротивление в цепи защиты было выше, чем в цепи с коллекторами возврата тока;

– ограничить поток тока, проходящего через буксовые подшипники.

Это особенно важно для буксовых подшипников без токосъемных щеток.

8.1.2.4 Номинальное значение защитного заземления

Параметры защитного заземления должны быть такими, чтобы была обеспечена соответствующая прочность соединения и допустимая нагрузка по току, а незащищенные токопроводящие части не стали причиной поражения электрическим током при повреждении. Разъемы защитного заземления должны быть в рабочем состоянии при любых условиях.

8.1.3 Аккумуляторы

Во время зарядки и разрядки батарейного отсека может возникнуть необходимость его вентиляции, чтобы концентрация водорода, выделяющегося при электролизе воды, оставалась ниже 4 %-го уровня.

Следует свести к минимуму препятствия для воздухообмена, а воздуховыпускное отверстие должно иметь прямой доступ к открытому воздуху. Воздухоприемник и воздуховыпускное отверстие должны быть расположены в наиболее выгодных местах, например в противоположных от корпуса оборудования стенах.

Кабели между аккумулятором и плавкими предохранителями в цепи должны быть короткими.

8.1.4 Электромагнитные поля

Следует уделить внимание конструкции и расположению оборудования, чтобы генерируемые им электромагнитные поля были в указанных пределах.

8.1.5 Пожарная защита

Цепи и оборудование, представляющие риск возгорания, должны быть соответствующим образом защищены.

При горении материалы должны производить небольшое количество дыма минимальной плотности и токсичности.

Легковоспламеняющиеся материалы должны быть расположены на расстоянии от источников тепла. Следует подбирать материалы с хорошими огнестойкими качествами.

В целях предотвращения распространения огня могут быть указаны специальные условия, касающиеся установки оборудования (противопожарные перегородки, огнетушители, и пр.).

8.1.6 Другие факторы риска

Открытые для доступа части оборудования, которые, при стандартных условиях работы, могут нагреваться до значений, превышающих пределы,

указанные в таблице 3, должны быть защищены перегородкой, образующей естественное препятствие. Температура перегородки при нагревании не должна превышать указанный предел температуры.

Доступ к устройствам, находящимся в постоянном движении (вентиляторы, вращающиеся машины) или устройствам, внезапное включение которых представляет вероятную опасность, должен быть ограничен соответствующими перегородками, обеспечивающими степень защиты не менее IP20 согласно *ГОСТ 14254.*

8.2 Требования к рабочим характеристикам

8.2.1 Условия эксплуатации

8.2.1.1 Общие положения

Все предельные значения напряжения, давления воздуха, температуры воздуха и т.д., которые влияют на работу, могут возникнуть одновременно. Оборудование должно удовлетворительно работать даже при наихудшей комбинации этих предельных значений. Приведенные ниже требования применяются при значении температуры окружающей среды согласно 8.2.2.2.

8.2.1.2 Контактный провод

Оборудование, подпитываемое напрямую от контактного провода, должно функционировать удовлетворительно при любом значении напряжения источника питания, как указано в [6].

8.2.1.3 Электропитание от трансформатора

Оборудование, электропитание к которому поступает от трансформатора, должно удовлетворительно работать при любом значении напряжения источника питания и умноженного на коэффициент трансформации (или коэффициенты).

8.2.1.4 Генератор, синхронный генератор или преобразователь тока с независимым приводом

Оборудование, подпитываемое от генератора или синхронного генератора или преобразователя с независимым приводом, должно удовлетворительно функционировать при питании от тока в диапазоне от 0,85 U_e до 1,1 U_e.

Оборудование, подпитываемое от синхронного генератора, должно удовлетворительно функционировать при соответствующем напряжении и частоте от минимального до максимального значения, которое может производить синхронный генератор.

Колебания напряжения в пределах 0,7 U_e и 1,25 U_e, не превышающие 1 с, не должны вызывать отклонений в работе устройства. Колебания напряжения в пределах 0,6 U_e и 1,4 U_e, не превышающие 0,1 с, не должны

причинять повреждений, оборудование может функционировать не полностью во время таких колебаний.

8.2.1.5 Аккумулятор с непрерывной подзарядкой

Оборудование, подпитываемое от аккумулятора с непрерывной подзарядкой или без нее, должно удовлетворительно функционировать при подаче энергии в пределах от минимального до максимального напряжения.

Номинальным напряжением U_n оборудования является значение, указанное в 5.2.4. Значения минимального и максимального напряжений должны соотноситься с номинальным значением напряжения, следующим образом:

– минимальное напряжение оборудования 0,7 U_n;

– максимальное напряжение оборудования 1,25 U_n.

Колебания напряжения (например, во время запуска вспомогательного оборудования или колебания напряжения зарядного устройства аккумуляторной батареи) в пределах между 0,6 U_n и 1,4 U_n и не превышающие 0,1 с, не должны вызывать отклонения в работе устройства.

Колебания напряжения в пределах между 1,25 U_n и 1,4 U_n и не превышающие 1 с не должны вызывать повреждения, оборудование может функционировать не полностью во время таких колебаний.

В отношении теплового двигателя смотрите также 8.2.1.9.

8.2.1.6 Аккумулятор

Оборудование, подпитываемое только от аккумулятора, должно удовлетворительно функционировать при подаче тока в диапазоне от 0,7 U_n до 1,1 U_n.

8.2.1.7 Тяговый аккумулятор

Если сетевое напряжение тяговой силы обеспечивается аккумулятором особой конструкции, регулирующей изменение напряжения (т.е. имеющей разные блоки элементов заряженных и разряженных), то по договоренности между пользователем и производителем возможно снижение пределов значений, указанных в 8.2.1.5.

8.2.1.8 Коэффициент пульсации

В заряжающихся аккумуляторах может возникнуть пульсирующее напряжение, коэффициент пульсации постоянного тока которого, должен быть больше только на 5 % больше значения, рассчитываемого по следующему уравнению (1):

$$\text{Коэффициент пульсации постоянного тока} = \frac{U_{макс} - U_{мин}}{U_{макс} + U_{мин}} \text{ x } 100, \qquad (1)$$

где $U_{макс}$ и $U_{мин.}$ - являются максимальным и минимальным значениями пульсирующего напряжения.

8.2.1.9 Низкое напряжение аккумулятора

Следует принимать меры предосторожности и не допускать повреждение оборудования вследствие падения напряжения и возврата его к

стандартному уровню, причиной которого может стать продолжительная и полная разрядка аккумулятора или перерыв электроснабжения. При запуске тепловых двигателей в течение всего периода запуска не должно возникать никаких сбоев в работе оборудования.

8.2.1.10 Давление воздуха

Пневматическое и электропневматическое оборудование должно работать удовлетворительно при любом давлении воздуха, которое может меняться в следующих пределах, указанных производителем:

– гарантирующее запуск и поддержание работы транспортного средства (функционирование), если в течение короткого времени компрессор не функционирует (кратковременное падение напряжения в сети);

– максимальное предельное значение, которым является номинальное давление воздуха, как указано в 5.5.

Коэффициент между максимальным и минимальным значениями давления воздуха не должен превышать 1,8.

При выходе из строя регулирующего устройства, рабочее давление воздуха в оборудовании может быть обеспечено предохранительным клапаном.

8.2.2 Нагревание

8.2.2.1 Общие положения

Нагревание деталей во время работы оборудования и значения, полученные при измерениях нагревания во время испытаний при эквиваленте постоянного номинального тока и условиях, указанных в 9.3.2 не должно превышать значений согласно таблицам 1, 2 и 3.

Примечание 1 – Для испытаний на определение пределов нагревания, указанных в таблицах 1, 2 и 3, используются новые образцы оборудования. В стандартах на продукцию могут быть установлены другие значения для соответствующих условий испытаний.

Примечание 2 – Нагревание при стандартных условиях эксплуатации может отличаться от нагревания при испытаниях, в зависимости от условий, где будет установлено оборудование и размеров подсоединенных проводников.

Примечание 3 – Дополнительные испытания на нагревание при действительных условиях эксплуатации (повторно-кратковременный режим работы при разных значениях тока и времени) могут быть проведены по договоренности между производителем и пользователем, чтобы убедиться, что различные перегрузки не вызывают повреждения оборудования.

В таких испытаниях пределы нагревания могут отличаться от тех, что указаны в таблицах 1, 2 и 3, и будут зависеть от значений пределов нагрузок, установленных для используемых материалов.

Примечание 4 – Вероятно, что может возникнуть необходимость принятия во внимание переходных тепловых нагрузок в связи со следующим:

– временное недостаточное охлаждение оборудования при его остановке и запуске;

– снижение эффективности работы системы охлаждения, например при загрязненном фильтре.

Эти специфические требования должны быть соответствующим образом указаны пользователем в качестве условий эксплуатации (см. 8.2.3).

8.2.2.2 Температура окружающей среды (T_a)

При определении пределов нагревания за основу принимается исходное значение температуры T_r = 25 ^{0}C, указанное в 7.3.

Окружающей средой считается среда, окружающая устройство, она может меняться в зависимости от места расположения устройства.

Для устройств наружной установки температурой окружающей среды T_a является исходная температура T_r.

Для устройств внутренней установки температурой окружающей среды T_a является значение исходной температуры, к которой прибавляют температуру нагревания воздуха вследствие выделения тепла внутри помещения с учетом стандартных условий.

Нагревание воздуха каждой внутренней части кузова, моторного отделения, распределительного щита, корпуса и т.д. может быть различным. Если это значение не указано ни в одном соответствующем документе, и не известно, то следует считать, что оно не превышает 30 ^{0}C во время работы устройства. В этом случае температура окружающей среды считается равной T_a = 55 ^{0}C (25 ^{0}C + 30 ^{0}C), соответственно максимальная ожидаемая температура может быть 70 ^{0}C (40 ^{0}C + 30 ^{0}C).

Примечание – Если компоненты, используемые для внутренней установки, рассчитаны на температуру окружающей среды равной T_a = 25 ^{0}C, то должны быть снижены рабочие параметры.

8.2.2.3 Главная цепь

Главная цепь оборудования должна проводить номинальный рабочий ток оборудования так, чтобы ее нагревание не превышало пределы, указанные в таблицах 1, 2 и 3 во время испытаний согласно 9.3.2.

8.2.2.4 Цепи управления

Цепи управления оборудования, включая устройства для цепей управления, используемые для включения и отключения оборудования, рассчитываются для работы при номинальном рабочем напряжении. Оборудование должно соответствовать требованиям испытаний, указанных в 9.3.2, а его нагревание не должно превышать пределов согласно таблицам 1, 2 и 3.

8.2.2.5 Вспомогательные цепи

Вспомогательные цепи оборудования, включая вспомогательные коммутирующие устройства, должны проводить номинальный рабочий ток, а их нагревание не должно превышать пределы, указанные в таблицах 1, 2 и 3, во время испытаний согласно 9.3.2.

Примечание – Если вспомогательная цепь является составной частью оборудования, то достаточно подвергнуть ее испытаниям одновременно с испытанием

главной цепи оборудования, но при действительном значении рабочего тока.

8.2.2.6 Изоляционный материал

Нагревание деталей оборудования во время испытаний, не должно вызывать повреждения токопроводящих или смежных частей оборудования. В частности, температура изоляционного материала не должна превышать значений, указанных в индексе температурных значений изоляции (см. *ГОСТ 8865*).

Максимально допустимое нагревание соответствует индексу температурного значения изоляции, из которого вычитают значение температуры окружающей среды согласно 8.2.2.2. Пределы нагревания указаны в таблице 1, в которой приводятся примеры для каждого индекса температурного значения изоляции, при следующих случаях:

– температуры окружающей среды равной исходной температуре $T_г = 25\ ^0C$;

– температуры окружающей среды внутри корпуса или распределительного щита, нагревание в которых достигает $30\ ^0C$.

Примечание 1 – Таблицы 1, 2 и 3 не применяются для определения температуры нагревания частей оборудования, помещенных в жидкий диэлектрик.

Примечание 2 – Если используется жидкий диэлектрик, то должна быть указана максимальная рабочая температура.

8.2.2.7 Клеммы

Нагревание клеммов не должно превышать значений, указанных в таблице 2, при этом производитель должен указать характеристики соединений (провод или тип жилы кабеля, параметры изоляции и размеры сечения провода).

8.2.2.8 Открытые части оборудования

Нагревание открытых частей оборудования при стандартной его эксплуатации не должно превышать значений, указанных в таблице 3.

8.2.2.9 Другие части

Нагревание других частей оборудования, находящихся под напряжением, ограничивается только из целей безопасности и риска повреждения, который может быть причинен смежным частям оборудования.

8.2.3 Функционирование после нерабочего режима

После того, как подвижной состав находился в нерабочем режиме необходимо некоторое время для достижения его стандартного рабочего состояния. В течение этого времени оборудование должно функционировать, но некоторые функции могут соответствовать требованиям не в полной мере.

Такие несоответствия должны быть согласованы или специально определены, при необходимости, между пользователем и производителем.

Например, в течение короткого времени температура некоторых частей оборудования может быть выше или ниже максимального или минимального уровня, допустимого для стандартной работы.

В нерабочем режиме не должно возникнуть повреждений в самом оборудовании и прилегающих к нему частях.

Таблица 1 – Пределы нагревания изоляционных материалов

Категория нагревания	Индекс температурного значения изоляции °С	Пределы нагревания при максимальной температуре окружающего воздуха	
		40 °С (T_a = 25 °С) К	70 °С (T_a = 55 °С) К
A	105	80	50
E	120	95	65
B	130	105	75
F	155	130	100
H	180	155	125
200	200	175	145
220	220	195	165
250	250	225	195

Примечание 1 – Обычно категория нагревания является максимальным значением соответствующей среднегодовой температуры. Ею является значение температурного индекса, цифровое значение которого соответствует температуре в градусах Цельсия, рассчитанного по коэффициенту теплостойкости за определенный период времени, обычно равный 20 000 ч (см. *ГОСТ 8865*).

Примечание 2 – Пределы нагревания даны в виде примера для устройств наружной установки, где T_a = 25 ^{0}С, и устройств внутренней установки, когда неизвестно значение нагревания воздуха вследствие тепловых потерь внутри помещения (см. 8.2.2.2).

Таблица 2 – Пределы нагревания клемм

Материал, из которого изготовлена клемма	Пределы нагревания при максимальной температуре окружающего воздуха		Максимальная температура
	40 °С (T_a = 25 °С) К	70 °С (T_a = 55 °С) К	°С
Неизолированная медь	60	30	
Неизолированная латунь	65	35	
Медь или латунь, покрытая оловом			105
Медь или латунь, покрытая серебром или никелем	70 (примечание 2)	40 (примечание 2)	
Другие металлы	(примечание 3)		

Примечание 1 – Пределы нагревания даны в виде примера для устройств наружной установки, где T = 25 ^{0}С, и для устройств внутренней установки, когда неизвестно значение нагревания воздуха вследствие тепловых потерь внутри помещения (смотрите 8.2.2.2). Эти пределы применяются к новым образцам оборудования (см. 8.2.2.1, примечание 1).

Примечание 2 – Предел нагревания клемма зависит от подключенных кабелей, индекс значений температуры которых равен 90 ^{0}С.

Примечание 3 – Нагревание связано с условиями эксплуатации или испытаниями на долговечность, но не должно превышать 70 К при T = 25 ^{0}С (также см. примечание 2).

Таблица 3 – Пределы нагревания открытых частей

Открытые части	Пределы нагревания при максимальной температуре окружающего воздуха		Максимальная температура, T_a °C
	40 °C (T_a = 25 °C) K	70 °C (T_a = 55 °C) K	
Управляемые вручную: – металлические – неметаллические	 15 25	 неприменимо неприменимо	 55 65
Части управляемые вручную, но не портативные: – металлические – неметаллические	 30 40	 Не рекомендуется 10	 70 80
Части, к которым нельзя прикасаться при функционировании: – металлические – неметаллические	 40 50	 10 20	 80 90
Части, к которым нельзя прикасаться во время функционирования (см. примечание) Внешние части корпуса, прилегающие к входу для кабеля: – металлические – неметаллические	 40 50	 10 20	 80 90
Внешние части корпуса оборудования, например резисторов	200 (см. примечание)		
Воздух, исходящий из вентиляционных отверстий корпуса оборудования, например, резисторов	200 (см. примечание)		

Примечание – Оборудование должно быть защищено от соприкосновения с легковоспламеняющимися материалами или случайного контакта персонала. Предел нагревания 200 К может быть повышен по договоренности между производителем и пользователем. Производитель несет ответственность за обеспечение ограждения и безопасное размещение устройства при его установке в целях предотвращения опасности. Производитель должен предоставить соответствующую информацию согласно 6.3.

8.2.4 Электромагнитная совместимость

8.2.4.1 Общие положения

Требование об электромагнитной совместимости распространяется на транспортное средство в целом, а в соответствующем техническом требовании отдельно для оборудования.

8.2.4.2 Внутренние помехи

Внутренние помехи могут возникнуть, к примеру, вследствие обесточивания цепей индуктивных катушек или слабого контакта заземления с корпусом транспортного средства. Внутренние электромагнитные помехи, могут возникнуть вследствие помех, обусловленных электромагнитной индукцией катушек или кабелей, которые оказывают влияние на находящиеся рядом электрические цепи. Связь может быть емкостной или индуктивной.

Оборудование должно быть достаточно устойчивым к шумовому излучению внутренних помех.

8.2.4.3 Внешние помехи

Внешние кондуктивные помехи могут произойти, к примеру, если гармонические токи в силовых цепях транспортного средства создают помехи токам, протекающим в оборудовании сигнализации на соответствующих частотах в пути.

Внешние излучаемые помехи могут возникнуть, к примеру, если наведенные излучения от индукторов, установленных на транспортном средстве, непосредственно образуют помехи в кабелях связи, проходящих вдоль пути, или катушках индуктивности в устройствах управления сигнализацией на пути.

Кондуктивные и излучаемые помехи, производимые оборудованием, должны быть ниже уровня, указанного в соответствующей технической документации.

8.2.5 Акустические шумы

Значение максимального акустического шума, генерируемого оборудованием, должно быть указано конструктором транспортного средства, чтобы оно соответствовало уровню, установленному пользователем для всего подвижного состава и отдельно для рассматриваемого участка транспортного средства (снаружи или внутри салона).

Для этого производитель компонента должен предоставить, по требованию, данные об уровне шумов, генерируемых оборудованием в указанных условиях.

8.2.6 Диэлектрические свойства

8.2.6.1 Общие положения

Значения изоляционного промежутка и длины пути тока утечки указываются для следующего (см. приложение В):

– оборудования постоянного тока, функционирующего при значении напряжения на изоляции, не превышающем номинального, между частями оборудования под напряжением и конструкцией транспортного средства, а также между положительными и отрицательными полюсами и между двумя полюсами и конструкцией транспортного средства в сетях с двумя изолированными проводниками;

– оборудования переменного тока, функционирующего при значении напряжения на изоляции, не превышающем номинального, между фазами и между каждой изолированной фазой и конструкцией транспортного средства.

Значение изоляционного промежутка определяется при номинальном импульсном допустимом напряжении по категориям перенапряжения цепей согласно [7] и [8], а также с учетом степени воздействия загрязнения при стандартных условиях.

Производитель должен указать значение импульсного допустимого напряжения для оборудования или аппарата (см. 8.2.7).

Соотношение между номинальным напряжением на изоляции, включая номинальное напряжение электропитания тяговой сети, и номинальное импульсное допустимое напряжение для четырех категорий перенапряжения указаны в таблице 4.

Категории перенапряжения применяются для определения номинального импульсного допустимого напряжения.

Для других условий могут быть необходимы более высокие значения.

Значения изоляционного промежутка, действующие или более высокие, могут быть применены без проверки импульсным допустимым напряжением.

Если предполагается, что загрязнение может сократить изоляционный промежуток и длину пути тока утечки, то значения длины и промежутка должны быть увеличены. Это необходимо учитывать, если оборудование размещается снаружи транспортного средства, например, на крыше, где толщина или количество грязи может быть значительным.

8.2.6.2 Изоляционный промежуток

8.2.6.2.1 Общие положения

Значение изоляционного промежутка устанавливают по значениям перенапряжений (см. 7.10) и условиям окружающей среды, в котором находится устройство (см. 7.9).

Значения изоляционного промежутка при номинальном импульсном

допустимом напряжении указаны в таблице 5.

8.2.6.2.2 Функциональная изоляция

Изоляционный промежуток в функциональной изоляции определяют по значению номинального импульсного допустимого напряжения, указанного в таблице 4, в которой показаны рекомендуемые значения.

Могут быть установлены меньшие значения, в частности, при однородных полях, но их соответствие значениям в таблице 4 должно быть проверено испытаниями на этих устройствах или устройствах аналогичных им.

8.2.6.2.3 Главная и дополнительная изоляция

Минимальные значения главной и дополнительной изоляции определяют по номинальному импульсному допустимому напряжению, указанному в таблице 4, в которой представлены рекомендуемые значения.

В целях безопасности людей меньшие значения изоляционного промежутка не допустимы.

8.2.6.2.4 Усиленная изоляция

При определении параметров усиленной изоляции следует применять подпункт В), принимая во внимание, что номинальное импульсное допустимое напряжение в 1,6 раз больше того, что требуется для главной изоляции.

8.2.6.2.5 Двойная изоляция

При установлении параметров двойной изоляции, каждый слой изоляции должен быть либо основным или функциональным в зависимости от применения.

Таблица 4 – Определение номинального импульсного допустимого напряжения

Номинальное напряжение на изоляции $U_{изол.}$ (переменный или постоянный ток)		Напряжение электропитания в тяговых сетях по [6]		Номинальное импульсное допустимое напряжение $U_{имп.}$ (U 1,2/50 мкс) категории перенапряжения			
от В	до В	переменный ток, В	постоянный ток, В	КП 1, кВ	КП 2, кВ	КП 3, кВ	КП 4, кВ
	50*			0,33	0,5	0,8	1,5
50	100			0,5	0,8	1,5	2,5
100	150			0,8	1,5	2,5	4
150	300			1,5	2,5	4	6
300	660			2,5	4	6	8
660	900		600	4	5	6	10
900	1200		750	5	6	8	12
1 200	1600			6	8	10	15
1 600	2 300		1 500	8	10	12	18
2 300	3 000			10	12	15	20
3 000	3 700			12	15		

Продолжение таблицы 4

3 700	4 800		3 000	15	18	25	40
4 800	6 500			20	25		
6 500	8 300	6 250		25	30	40	60
8 300	10 000			30	35		
		15 000				75	95
		25 000				125	170
		50 000				250	300
*Применяется только в цепях, не подверженных коммутационному перенапряжению.							

Таблица 5 – Минимальный воздушный изоляционный промежуток

Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение $U_{имп.}$, кВ	Минимальные значения изоляционных промежутков при разной степени загрязнения, мм			
	СЗ 1	СЗ 2	СЗ 3	СЗ 4
0,33	0,01			
0,5	0,04	0,2	0,8	5,5
0,8	0,1			
1,5	0,5			
2,5	1,5			
3	2			
3,5	2,5			6,2
4	3			7
4,5	3,5			8
5	4			8,5
6	5,5			10
8	8			14
10	11			18
12	14			22
15	18			27
18	22			32
20	25			36
25	32			45
30	40			54
40	60			100*
60	90			110
75	120			135
95	160			175
125	210			230
145	260			265
170	310			
200	370			
250	480			
300	600			
*Вместо теоретического значения 72 мм применяется 100 мм, установленное на основании практического опыта как принятое минимальное значение для сети электропитания 3 кВ.				

8.2.6.3 Длина пути тока утечки

Длина пути тока утечки определяется на основании номинального напряжения на изоляции, среды, окружающей устройство и изоляционного материала.

Условия окружающей среды определяются степенью загрязнения, как указано в 7.9.

Минимальную длину пути тока утечки определяют согласно таблицам 6а и 6б.

Наименьшая длина пути тока утечки в каждом конкретном случае должна быть не меньше соответствующего значения изоляционного промежутка.

Качество изоляционного материала определяют по следующим группам материалов:

– по сравнительному индексу трекинга диэлектрика (ИТД) согласно *ГОСТ 27473;*

– или по классу материала согласно *ГОСТ 27474.*

- материал группы I $600 \leq$ ИТД или класс 1 А 4,5
- материал группы II $400 \leq$ ИТД < 600 или класс 1 А 3,5
- материал группы IIIa $175 \leq$ ИТД < 400 или класс 1 А 2,5
- материал группы IIIb $100 \leq$ ИТД < 175 или класс 1 А 0

Примечание – Равнозначность между ИТД и классами материалов не доказана.

Таблица 6а – Значения длины пути тока утечки при номинальных напряжениях на изоляции до 1000 В

Расчетное напряжение изоляции $U_{изол.}$, В	Длина пути тока утечки при разной степени загрязнения, мм											
	СЗ 1			СЗ 2			СЗ 3			СЗ 4		
	Материал группы											
	I	II	III a+b	I	II	III a+b	I	II	III a*	I	II	III a*
10	0,08			0,4			1,0			1,6		
12,5	0,09			0,42			1,05					
16	0,1			0,45			1,1					
20	0,11			0,48			1,2					
25	0,125			0,5			1,25			1,7		
32	0,14			0,53			1,3			1,8		
40	0,16			0,56	0,8	1,1	1,4	1,6	1,8	1,9	2,4	3,0
50	0,18			0,6	0,85	1,2	1,5	1,7	1,9	2,0	2,5	3,2
63	0,2			0,63	0,9	1,25	1,6	1,8	2,0	2,1	2,6	3,4
80	0,22			0,67	0,95	1,3	1,7	1,9	2,1	2,2	2,8	3,6
100	0,25			0,71	1,0	1,4	1,8	2,0	2,2	2,4	3,0	3,8
125	0,28			0,75	1,05	1,5	1,9	2,1	2,4	2,5	3,2	4,0
160	0,32			0,8	1,1	1,6	2,0	2,2	2,5	3,2	4,0	5,0
200	0,42			1,0	1,4	2,0	2,5	2,8	3,2	4,0	5,0	6,3
250	0,56			1,25	1,8	2,5	3,2	3,6	4,0	5,0	6,3	8,0

Продолжение таблицы 6а

320	0,75	1,6	2,2	3,2	4,0	4,5	5,0	6,3	8,0	10,0
400	1,0	2,0	2,8	4,0	5,0	5,6	6,3	8,0	10,0	12,5
500	1,3	2,5	3,6	5,0	6,3	7,1	8,0	10,0	12,5	16,0
630	1,8	3,2	4,5	6,3	8,0	9,0	10,0	12,5	16,0	20,0
800	2,4	4,0	5,6	8,0	10,0	11,0	12,5	16,0	20,0	25,0
1 000	3,2	5,0	7,1	10,0	12,5	14,0	16,0	20,0	25,0	32,0
Примечание – Материалы группы III b не рекомендуется применяться при СЗ 3 и СЗ 4. * Допускается применение линейной интерполяции между смежными значениями.										

Таблица 6б – Длина пути тока утечки при значениях номинального напряжения на изоляции более 1000 В

Группа материала	Длина пути тока утечки при разной степени загрязнения, мм/кВ			
	СЗ 1	СЗ 2	СЗ 3	СЗ 4[2)]
I	3,2	5,0	12,5	20,0
II	3,2	7,1	14,0	25,0
Примечание 1 – Не рекомендуется использовать материалы группы III. Примечание 2 – На основании практического опыта установлено, что для некоторых сетей электропитания постоянного тока необходимы более высокие значения длины пути тока утечки до 45 мм/кВ.				

8.2.7 Коммутационное перенапряжение

Оборудование не должно подвергаться коммутационному перенапряжению, превышающему номинальное импульсное допустимое напряжение. Также оборудование не должно генерировать коммутационное напряжение больше значения, указанного в соответствующем стандарте на изделие. В случае отсутствия стандарта на продукцию оборудование не должно генерировать коммутирующее перенапряжение больше номинального импульсного допустимого напряжения.

Оборудование, для которого установлено более одного номинального рабочего напряжения и (или) предназначенное для использования при разных уровнях неустановившихся перенапряжений, не должно генерировать коммутирующее перенапряжение больше наименьшего уровня неустановившегося перенапряжения при соответствующем номинальном рабочем напряжении.

8.2.8 Рабочие характеристики

Оборудование должно функционировать при номинальных режимах работы в условиях, соответствующих требованиям, где это необходимо.

Специфические требования и условия испытаний должны быть указаны в соответствующем стандарте на продукцию или техническом задании на

проведение испытаний, установленных по договоренности между производителем и пользователем, которые касаются:

– рабочих характеристик в режиме холостого хода, чтобы подтвердить, что оборудование соответствует рабочим условиям при наибольших и наименьших пределах напряжения источника питания и (или) указанного давления воздуха;

– рабочих характеристик в режиме нагрузки, во время которой оборудование должно работать в указанном режиме;

– работа в режиме перегрузки или при возникновении повреждений;

– механической и электрической износостойкости.

Примечание – Термин «износостойкость» выбран вместо терминов «прочность» или «старение», чтобы указать на ожидаемый срок эксплуатации (время или количество рабочих циклов), в течение которого оборудование может функционировать без ремонта или замены частей. Кроме того, термин «прочность» также обычно используется для определения рабочих характеристик, поэтому было принято решение не использовать данный термин в настоящем стандарте, чтобы не смешивать эти два понятия.

Проверка рабочих характеристик может быть совмещена в одном или нескольких последовательных испытаниях, если это указано в соответствующем стандарте на продукцию.

8.2.9 Устойчивость к вибрациям и ударам

Оборудование должно соответствовать требованиям испытаний на воздействие вибраций и испытаний на удар (см. 9.3.5).

9 Испытания

9.1 Виды испытаний

9.1.1 Общие положения

Испытания следует проводить для подтверждения соответствия оборудования требованиям, указанным в настоящем стандарте, и если он применим, в соответствующем стандарте на продукцию.

Виды испытаний:

– типовые испытания, которые должны быть проведены на выборочных образцах оборудования;

– периодические испытания, которые должны быть проведены на каждом образце оборудования, произведенного в соответствии с настоящим стандартом, и где применимо, в соответствующем стандарте на продукцию;

– выборочные испытания, которые должны быть проведены, если они указаны в соответствующем стандарте на продукцию;

– исследовательские испытания являются специальными испытаниями и должны быть проведены только по требованию производителя или потребителя, чтобы точнее проверить соответствующие аспекты

конструкции.

Испытания должны быть проведены на выбранном производителем заводе или в соответствующей лаборатории, прежде чем оборудование будет установлено на транспортное средство.

9.1.2 Типовые испытания

Цель типовых испытаний заключается в том, чтобы проверить соответствие конструкции определенного оборудования требованиям настоящего стандарта, и при необходимости, соответствующего стандарта на продукцию.

Данные испытания могут включать, где это необходимо, проверку следующего:

а) конструкционных требований

б) требований к рабочим характеристикам

- рабочих пределов;
- нагревания;
- диэлектрических свойств;
- рабочих характеристик;
- воздействия вибрации и ударов;
- электромагнитной совместимости;
- акустических помех.

Примечание – Указанный выше список не является исчерпывающим.

Документация с приведенными в них типовыми испытаниями (подтверждающими соответствие) должна быть предоставлена производителем.

Если эти типовые испытания включают проверку механической и электрической износостойкости или рабочих характеристик в условиях перегрузки или отказа, которые могут стать причиной повреждения оборудования, то испытания могут быть проведены на дополнительном(ых) образце(ах). Если данный образец впоследствии предполагается установить на транспортное средство, то производитель и пользователь должны по договоренности установить для этого оборудования минимальное приемлемое условие эксплуатации.

Если испытания включают только проверочные испытания на стандартное функционирование оборудования, не вызывающих износ компонентов, то они должны быть проведены на одном образце оборудования из партии.

9.1.3 Периодические испытания

Цель серийных испытаний заключается в том, чтобы выявить дефекты в материалах и продукции и подтвердить надлежащее функционирование оборудования. Испытания проводятся на каждом образце оборудования, включая компоненты, на которых должны быть проведены типовые испытания.

Данные испытания могут включать, где это необходимо, проверку следующего:

- внешнего вида;
-рабочих характеристик;
- диэлектрических свойств;
- маркировки;
- герметичности пневматического оборудования;
- негерметичности гидравлического оборудования;
- измерение сопротивления и полного сопротивления.

Примечание – Указанный выше список не является исчерпывающим.

Подробная информация о проведении серийных испытаний и условиях их проведения должна быть указана в соответствующих пунктах настоящего стандарта и (или) в соответствующем стандарте на продукцию, если он применим.

Периодические испытания не должны причинить повреждение оборудования.

9.1.4 Выборочные испытания

Если техническая конструкция и статистический анализ не указывают на необходимость проведения серийных испытаний (каждого образца), то вместо них допускается проведение выборочного испытания, если это оговаривается в соответствующем стандарте на продукцию. При выборочном контроле проводятся те же последовательные испытания, что и при серийных испытаниях.

9.1.5 Исследовательские испытания

Данные испытания не являются обязательными и проводятся для проверки определенных качеств или характеристик оборудования, либо по инициативе производителя или по договоренности между производителем и пользователем.

9.1.6 Общие условия проведения испытаний

Конструкция испытуемого оборудования должна соответствовать чертежу, на котором показано оборудование.

В настоящем стандарте или в соответствующем стандарте на продукцию:

- испытания следует проводить при условиях окружающей среды испытательного стенда;
- каждую последовательность испытаний следует проводить на новом образце оборудования;
- испытуемое оборудование должно быть установлено в полном комплекте либо в условиях, указанных производителем или условиях, соответствующих условиям подвижного состава.

Результаты испытаний должны быть в пределах допусков, указанных в соответствующем стандарте на продукцию.

9.2 Проверка конструкционных требований

9.2.1 Общие положения

Если не указаны специальные требования в стандарте на продукцию или технической спецификации заказчика, конструкция оборудования и компонентов должна соответствовать требованиям, установленным в пункте 8 настоящего стандарта. Соответствие характеристик оборудования требованиям должно быть подтверждено (визуальным осмотром, измерениями, и т.д.), если проводить испытания невозможно.

9.2.2 Типовые испытания

Проверка соответствия оборудования конструкционным требованиям при типовых испытаниях может касаться следующего:

– риска поражения электрическим током;
– возврата тока и защитного заземления;
– вентиляции аккумуляторов;
– электромагнитных полей;
– пожарной и противодымной защиты;
– длины пути тока утечки и изоляционного промежутка;
– других факторов риска, например возгорания;
– климатических испытаний.

Примечание – Вышеуказанный список не является исчерпывающим.

9.2.3 Периодические испытания

Проверка соответствия оборудования конструкционным требованиям при серийных испытаниях касается следующего:

– визуального осмотра;
– измерения активного и полного сопротивлений.

Измерение сопротивления в обмотке следует проводить на всех электропневматических и электромагнитных устройствах управления в холодном состоянии, если изменение этого сопротивления может влиять на его работу. Стандартное оборудование включает электромагнитный клапан, серводвигатель, реле напряжения и электромагнитные контакторы.

Замеры, сделанные в любой обмотке с поправкой на температуру 20 °С, не должны отличаться от указанного значения или от среднего значения, полученного после измерения первых десяти аппаратов, прошедших испытания. При отсутствии специального стандарта на продукцию поправки на допуск должны быть ± 8 %.

Измерение активного сопротивления также проводится в холодном состоянии оборудования при разных значениях сопротивления в цепи управления, контроля и вспомогательной цепи. Допустимые пределы допуска, имеющие разные значения для каждого устройства, должны быть согласованы между сторонами.

Если надлежащая работа устройства в цепи переменного тока зависит от полного сопротивления, то после измерения активного сопротивления должны быть, при необходимости, проведены измерения полного сопротивления с переменным током в цепи и указанной частотой тока.

Измерение активного сопротивления в главной цепи должно быть проведено при постоянном токе, при этом на клеммах регистрируют падение напряжения. Значение тока при испытаниях должно быть в пределах до номинального тока.

Активное сопротивление в устройстве не должно превышать предельного значения, установленного производителем.

9.3 Проверка требований к рабочим характеристикам

9.3.1 Рабочие пределы

Проверка рабочих пределов осуществляется при помощи типовых и серийных испытаний.

Типовые испытания проводят как при наименьшей температуре окружающей среды, воздействию которой может подвергнуться устройство (или при которой устройство должно стабильно функционировать), так и наибольшей температуре, которая может возникнуть.

Крупные устройства, например трансформаторы, электродвигатели, панели распределительного щита и т.д. должны быть подвергнуты климатическим испытаниям по согласованию между производителем и пользователем.

Во время испытаний устройство последовательно 20 раз проверяют при разных комбинациях напряжения, давления воздуха и температуры, после установления температуры устройство должно исправно функционировать в пределах напряжения источника питания и давления воздуха, указанных в 8.2.1.

Также необходимо убедиться в удовлетворительном функционировании оборудования при наихудшей комбинации напряжения, давления воздуха и температуры в соответствии с пределами, указанными в 8.2.1. Если проверяется оборудование, функционирующее на разных частотах, то должна быть указана испытательная частота.

Примечание – Считается, что электромагнитное или электропневматическое устройство работает удовлетворительно в нагретом состоянии при некотором напряжении, если в холодном состоянии оно обычно функционирует при значении тока, равном такому току, который протекал бы в устройстве после 1 ч работы при том же напряжении.

Данный метод не применяется к устройствам, функция которых заключается в подготовке транспортного средства к работе (электропневматический клапан в пантографах, пусковой контактор устройства и пр.), так как, в целом, данное устройство должно

соответствовать специальным требованиям.

Цель серийных испытаний заключается в том, чтобы проверить способность оборудования функционировать надлежащим образом при значениях температуры окружающей среды, номинального напряжения источника питания и давления воздуха, указанного в 8.2.1 или при других более приемлемых значениях.

9.3.2 Нагревание

9.3.2.1 Температура окружающей среды

Температуру окружающей среды следует регистрировать в течение последней четверти периода испытаний не менее чем двумя термочувствительными средствами, например термометрами или термопарой, расставленными равномерно вокруг оборудования примерно на половине уровня его высоты и на расстоянии около 1 метра от него. Термочувствительные приборы должны быть защищены от потоков воздуха, теплового излучения и погрешностей показания вследствие быстрого изменения температуры.

Во время испытаний температура окружающей среды должна быть в пределах между 10 °С и 40 °С и не изменяться более чем на 10 °С.

Если изменение температуры окружающей среды превышает 3 °С, следует применить соответствующий коэффициент поправки к значениям, полученным при измерении частей оборудования, в зависимости от тепловой постоянной времени.

9.3.2.2 Измерение температуры частей оборудования

Температуру различных частей оборудования, за исключением катушек, следует измерять соответствующими термочувствительными приборами в наиболее нагреваемых местах оборудования; их можно определить во время предыдущего испытания при значении тока ниже испытательного тока. В протоколе должны быть указаны части оборудования, где устанавливаются термочувствительные приборы.

Термочувствительные приборы не должны сильно влиять на нагревание оборудования.

Между термочувствительными приборами и поверхностью испытуемого оборудования должна быть обеспечена хорошая теплопроводность.

Для измерения температуры в катушках электромагнита обычно применяют метод изменения сопротивления. Другие методы измерения температуры допустимы только, если невозможно применить метод изменения сопротивления.

Температура катушек перед началом испытаний не должна отличаться от температуры окружающей среды больше чем на 3 °С.

В медных проводниках значение температуры нагревания T_2 можно

получить по значению температуры охлаждении T_1 в зависимости от соотношения сопротивления R_2 в горячем состоянии к сопротивлению R_1 в холодном состоянии по следующей формуле *(2)*:

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1}(T_1 + 234{,}5) - 234{,}5 \qquad (2)$$

где T_1 и T_2 – температура, °С.

Испытание следует проводить в течение достаточного количества времени, чтобы нагревание достигло установившегося значения, но не более 8 ч. Температура считается установившейся, если ее изменение не превышает 1 °С в 1 ч.

9.3.2.3 Нагревание деталей оборудования

Значением нагревания детали оборудования является разность температуры этой детали, измеренной в соответствии с 9.3.2.2, и температуры окружающей среды, измеренной в соответствии с 9.3.2.1.

9.3.2.4 Нагревание главной цепи

Оборудование должно быть установлено согласно 9.1.6 и защищено от нестандартного внешнего нагревания или охлаждения.

Оборудование, оснащенное корпусом, и оборудование, используемое только с определенным типом корпуса, следует испытывать номинальным рабочим током с установленным корпусом. Не разрешается применять никакие отверстия для создания искусственной вентиляции.

Для испытаний при многофазных токах, ток в каждой фазе должен быть сбалансирован в пределах ± 5 %, и среднее этих токов не должно быть меньше соответствующего значения испытательного тока.

В соответствующем стандарте на продукцию, испытание нагреванием главной цепи проводится при номинальном рабочем токе и соответствующем напряжении. Следует учитывать воздействие гармонической составляющей в форме кривой тока при определении нагревания.

Если происходит значительный тепловой обмен между основной цепью, контрольной цепью и вспомогательной цепью, испытания на нагревание, указанные с 9.3.2.5 по 9.3.2.7, следует проводить одновременно, если это допускается соответствующим стандартом на продукцию.

Оборудование постоянного тока может быть испытано при переменном токе для удобства проведения испытаний, но только с согласия производителя.

В конце испытания, нагревание разных частей главной цепи не должно превышать значений, указанных в 8.2.2.3 в соответствующем стандарте на продукцию.

В зависимости от значения номинального рабочего тока следует использовать одну из следующих испытательных схем:

а) для испытательного тока до 400 А включительно

соединения должны быть выполнены с доступом воздуха из одножильных медных кабелей, при этом размер поперечного сечения должен быть таким, чтобы испытательный ток был равен 0,5 номинального рабочего тока в соответствии с индексом температурного значения изоляции;

б) для испытательного тока свыше 400 А

соединения должны быть выполнены либо из двух параллельных кабелей, соответствующих вышеуказанным требованиям, или из одного проводника из неизолированной меди, указанного производителем.

Данные испытаний, например, тип электропитания, число фаз и частота поперечное сечение испытательных соединений и т.д., являются частью протокола испытаний.

9.3.2.5 Нагревание цепи управления

Испытание нагреванием цепи управления следует проводить при указанном значении тока и, в случае переменного тока, номинальной частоты.

Цепи управления следует подвергать испытаниям при номинальном напряжении.

Цепи, спроектированные для продолжительной работы, следует подвергать испытаниям в течение достаточного периода времени, чтобы нагревание достигло установившегося состояния. Цепи, спроектированные для работы в кратковременно-прерывистом режиме, следует испытывать, как указывается в соответствующем стандарте на продукцию.

В конце этих испытаний, нагревание разных частей цепи управления не должно превышать значений, указанных в 8.2.2.4 в соответствующем стандарте на продукцию.

9.3.2.6 Нагревание катушек электромагнитов

Катушки и электромагниты должны быть испытаны согласно условиям, указанным в 8.2.2.5.

Их испытывают нагреванием в течение периода времени, достаточного чтобы нагревание достигло постоянного значения.

Температуру следует измерять после того, как установится термическое равновесие, как в главной цепи, так и в катушке электромагнита.

Катушки и электромагниты оборудования, спроектированного для работы в кратковременно-прерывистом режиме, следует подвергать испытаниям как указано в соответствующем стандарте на продукцию.

В конце данных испытаний нагревание разных частей оборудования не должно превышать значений, указанных в 8.2.2.5.

9.3.2.7 Нагревание вспомогательных цепей

Испытания нагреванием вспомогательных цепей следует проводить в тех же условиях, как указано в 9.3.2.4, но может быть выбрано любое подходящее напряжение.

В конце данных испытаний нагревание не должно превышать значений, указанных в 8.2.2.5.

9.3.3 Диэлектрические свойства

9.3.3.1 Общие условия

Требования к испытаниям, установленные в 9.3.3.2 и 9.3.3.3, применяются к оборудованию, для которого производитель указал значение номинального импульсного допустимого напряжения согласно 8.2.6.

К оборудованию, для которого не указано значение номинального импульсного допустимого напряжения применяются требования к испытаниям соответствующего стандарта на продукцию.

Испытуемое оборудование должно быть установлено на металлическую пластину, а все незащищенные токопроводящие части (рама и т.д.), подсоединенные к нормально работающей конструкции транспортного средства должны быть подключены к металлической пластине.

Ручные приводы диэлектрика и внешние неметаллические части, соприкосновение с которыми вероятно во время стандартной работы, должны быть покрыты металлической фольгой, подсоединенной к раме установочной плиты. Фольгой покрывают ту поверхность оборудования, к которой можно прикоснуться обычным испытательным штифтом.

Нет необходимости покрывать такие части металлической фольгой, если они отделены от деталей под напряжением токопроводящими деталями, подсоединенными к нормально работающей раме транспортного средства или являются устройствами с двойной изоляцией или если пробой изоляции не может вызвать электрический удар силой более 120 В постоянного тока или 50 В переменного тока.

Во время испытаний может возникнуть необходимость в отключении или коротком замыкании некоторых деталей оборудования от электростатического напряжения. Данное условие должно быть согласовано между пользователем и производителем.

9.3.3.2 Типовые испытания

9.3.3.2.1 Проверка изоляционного промежутка и соответствующей твердой изоляции

Изоляционный промежуток должен быть проверен измерениями согласно методу, описанному в приложении А.

Если данный метод не подходит для сложного оборудования, может быть применено электрическое испытание в соответствии с 2) и 3) подпункта 9.3.3.2. Если значения изоляционного промежутка, применяемые

к функциональной изоляции, меньше тех, что указаны в таблицах 4 и 5, или оборудование функционирует при значении номинального импульсного допустимого напряжения большем или равном 30 кВ, обязательно должно быть проведено импульсное испытание. В качестве испытательного напряжения должно быть установлено номинальное импульсное допустимое напряжение.

Примечание – Метод испытаний с применением частичного разряда диэлектрика не включен в настоящий стандарт, так как все еще находится на рассмотрении.

9.3.3.2.2 Испытательное напряжение

Существует три типа испытания, которые можно применять для демонстрации соответствия.

9.3.3.2.3 Проверка изоляционных промежутков импульсным испытанием

Напряжение при импульсном испытании со значением 1,2/50 мкс должно быть равно значению номинального импульсного допустимого напряжения, его подают три раза на каждую полярность с интервалом, по меньшей мере, в 1 с.

Испытание считается успешно пройденным, если испытательное напряжение устойчиво.

Примечание – Метод, применяемый для импульсных испытаний с оборудованием номинального напряжения 15 кВ, 25 кВ или 50 кВ, должен соответствовать *ГОСТ 687.*

9.3.3.2.4 Проверка изоляционных промежутков испытанием под током промышленной частоты

Испытательное напряжение $U_{\text{перем.т.}}$ должно быть равно значению, указанному в таблице 7, соответствующего номинальному импульсному допустимому напряжению.

Частота тока при испытаниях равна 50 Гц ± 10 % или 60 Гц ± 10 %.

Испытательное значение должно быть достигнуто за 5 с и поддерживаться в течение 5 с.

Испытание считается успешно пройденным, если в цепи не протекает избыточный ток утечки, а испытательное напряжение устойчиво.

9.3.3.2.5 Проверка изоляционных промежутков испытанием под напряжением постоянного тока

Испытательное напряжение должно быть равно значению $U_{\text{пост.т.}}$, указанному в таблице 7, соответствующего номинальному импульсному допустимому напряжению.

Испытательное значение должно быть достигнуто за 5 с и поддерживаться в течение 5 с.

Коэффициент пульсаций тока не должен превышать значения, установленного трехфазным мостом (4,2 %).

Испытание считается успешно пройденным, если в цепи не протекает избыточный ток утечки, а испытательное напряжение устойчиво.

Рекомендуемым электрическим испытанием является испытание импульсным напряжением, за исключением случаев, когда в изоляционный промежуток вставлен емкостный измерительный мост, и в этом случае рекомендуется применять испытание напряжением постоянного тока.

Оборудование с защитой от перенапряжения должно быть испытано импульсным напряжением, при этом напряжение тока не должно превышать уровня, установленного для устройства защиты от перенапряжения. Необходимо соблюдать меры предосторожности, чтобы не повредить устройство во время испытаний, особенно электронное оборудование.

Во время испытаний не должен происходить непреднамеренный пробивной заряд. Исключением является намеренный пробивной заряд, например, для устройств защиты от неустановившегося перенапряжения.

9.3.3.2.6 Подача испытательного напряжения

Испытательное напряжение подается, как указано ниже на оборудование, установленное на металлическую пластину и подготовленное согласно 9.3.3.1:

а) между клеммами главной цепи, присоединенными вместе (включая цепь управления и вспомогательную цепь, присоединенную к основной цепи) и рамой и пластиной, при этом контакты находятся в стандартном рабочем положении;

б) между каждым полюсом главной цепи и другими полюсами, присоединенными вместе и рамой или пластиной, при этом контакты находятся в стандартном рабочем положении;

в) между каждой цепью управления и вспомогательной цепью, которые обычно не присоединены к главной цепи, и

- главной цепью,
- другими цепями управления и вспомогательными цепями,
- незащищенными токопроводящими частями,
- рамой или пластиной,

которые, при необходимости, могут быть соединены вместе.

г) на оборудование, которое может быть изолировано, на полюсы главной цепи, при этом соединяют вместе как линейные клеммы, так и клеммы нагрузки. Испытательное напряжение подается на линейные клеммы и клеммы нагрузки оборудования, контакты которого находятся в разомкнутом положении.

9.3.3.2.7 Проверка длины пути тока утечки

Следует провести измерение наименьшей длины пути тока утечки между фазами, между проводниками цепи при разных напряжениях и токопроводящих частях под напряжением. Измеряемая длина пути тока утечки должна соответствовать требованиям 8.2.6 в отношении класса диэлектрика и степени загрязнения.

Способ измерения длины пути тока утечки указан в приложении А и В.

Примечание – Другие испытания при загрязненной атмосфере (дождь, соляная влага, снег) могут быть указаны в соответствующем стандарте на продукцию.

9.3.3.3 Периодические испытания

9.3.3.3.1 Общие условия

Эти испытания следует проводить при номинальном допустимом напряжении промышленной частоты на каждом отдельно взятом оборудовании. В некоторых случаях, по согласованию между пользователем и производителем, испытания могут быть также проведены на комплексном оборудовании. Подробная информация об испытаниях оборудования, установленного на транспортном средстве, приводится в *СТ РК МЭК 61373.*

Испытательное напряжение с частотой 50 Гц или 60 Гц должно быть приблизительно синусоидальной формы.

Метод испытаний и действующие значения испытательного напряжения определены ниже. Испытательное напряжение постепенно увеличивают и за 10 с доводят до указанного значения, которое поддерживают в течение 60 с ± 5 с, затем постепенно уменьшают до нуля.

По соглашению между пользователем и производителем для испытаний может быть применено напряжение постоянного тока, в этом случае значение испытательного напряжения должно быть равно пиковому значению напряжения постоянного тока.

Примечание – Во всех формулах с испытательным напряжением значение U_i является номинальным напряжением на изоляции (см. 5.1 и приложение Б) испытуемого устройства.

Также эти испытания могут быть проведены в виде последовательных типовых испытаний, чтобы проверить отсутствие повреждений в оборудовании после испытаний.

Таблица 7 – Испытательные напряжения для проверки изоляционного промежутка

Изоляционный промежуток, мм	U_{imp}, кВ	$U_{перем.т}$, кВ	$U_{пост.т}$, кВ
0,01	0,33	0,23	0,33
0,04	0,52	0,37	0,52
0,1	0,81	0,5	0,7
0,5	1,55	0,84	1,19
1,5	2,56	1,39	1,97
2,0	3,1	1,69	2,39
2,5	3,6	1,96	2,77
3,0	4,06	2,21	3,13
3,5	4,51	2,45	3,47
4,0	4,93	2,68	3,79
5,5	6,09	3,32	4,69
8,0	7,82	4,26	6,02

Продолжение таблицы 7

11,0	9,95	5,4	7,63
14,0	12,2	6,61	9,35
18,0	15,1	8,17	11,6
22,0	17,8	9,68	13,7
25,0	19,9	10,8	15,3
32,0	24,5	13,3	18,8
40,0	29,5	16,0	22,7
60,0	41,6	22,6	31,9
90,0	58,5	31,7	44,9
120	74,6	40,5	57,2
160	95	51,5	72,9
260	143	77,6	110
310	166	90	127
370	193	104	148
480	240	130	184
600	289	157	222
Примечание – Допускается линейная интерполяция между смежными значениями.			

9.3.3.3.2 Испытательное напряжение

Испытания отдельно взятого оборудования должны проводиться в соответствии со следующими требованиями:

– по таблице 8, где указано, что номинальное напряжение постоянного или переменного тока на изоляции не должно превышать 10000 В;

– по таблице 9, где указано, что оборудование, подключенное к контактному проводу, должно быть проверено путем подачи испытательного напряжения:

- между главной цепью или контактами в замкнутом положении и другими цепями, включая цепь заземления;

- и между контактами в разомкнутом положении.

Примечание – Изношенные части изоляции могут быть подвергнуты испытаниям на прочность диэлектрика после восстановления или ремонта, но напряжение не должно превышать более чем в 1,5 раз номинальное напряжение на изоляции.

Таблица 8 – Испытание электрической прочности изоляции на пробой отдельных частей оборудования

Наименование	Номинальное допустимое напряжение промышленной частоты U_{50} при номинальном напряжении на изоляции U_i, В					
	до 36 (1)	от 36 до 60	от 60 до 300	от 300 до 660	от 660 до 1 200	от 1 200 до 10 000
На каждых образцах оборудования испытание электрической прочности диэлектрика на пробой проводят между каждой цепью с указанным напряжением и другими цепями и заземлением.	750	1 000	1 500	2 500	$2\ U_i$ + 1 500	$2\ U_i$ + 2 000
На каждом образце оборудования* для размыкания цепи, испытание электрической прочности диэлектрика на пробой проводится между сторонами входа устройства с разомкнутыми контактами и установленной дугогасительной камерой. * Оборудование может состоять из нескольких деталей. Если это	750	1 000	1 500	$1{,}6\ U_i$ +1 500		
необходимо для размыкания цепи, соединенного параллельно с сопротивлением, испытательное напряжение должно быть ограничено на 0,75 от указанного значения, при этом сопротивление должно быть отсоединено.						

Продолжение таблицы 8

Отдельные образцы оборудования или детали, присоединенные к другим цепям, не являющимся силовыми цепями, испытание электрической прочности диэлектрика на пробой проводится между этими деталями и заземлением.	750	1 000	2 U_i +1 000 не менее 1 500			
- между изолированной рамой, и заземлением [2];			1 500	2 500	2 U_i + 1500	2 U_i + 2 000
- между цепью и рамой, изолированной от заземления.			1 500	1 500	1,6 U_i + 500	1,6 U_i + 500
Примечание 1 – Для электронного оборудования, функционирующего при номинальном напряжении на изоляции U_i менее 36 В, напряжение при испытаниях изоляции на пробой снижают до 500 В. Примечание 2 – Если между цепью и рамой, изолированной от заземления, проходит главная изоляция, то испытательное напряжение должно быть обратным.						

Таблица 9 – Испытания изоляции на пробой оборудования, присоединенного к контактному проводу переменного тока

Действующее значение номинального напряжения контактного провода переменного тока, кВ	Действующее значение номинального допустимого напряжения промышленной частоты, кВ
6,25	20
15	38
25	75
50	130

9.3.3.3.3 Подача испытательного напряжения на комплексное оборудование перед установкой и после установки

Диэлектрические испытания должны быть проведены на комплексном оборудовании даже если их компоненты были индивидуально испытаны. Данное испытание следует проводить при напряжении равном 0,85 испытательного напряжения, которое установлено для номинального напряжения на изоляции согласно таблицам 8 или 9.

Если в середине цепи имеется постоянное соединение с заземлением, то U_i должно быть равно половине номинального напряжения на изоляции, которое существовало бы при отсутствии соединения с заземлением.

Компоненты, которые могут быть повреждены во время испытаний, или

которые могут быть нагрузкой для испытательного напряжения, должны быть отключены.

9.3.4 Рабочие характеристики

9.3.4.1 Общие положения

Испытания следует проводить для проверки соответствия требованиям 8.2.8. Более подробные условия испытаний должны быть указаны в соответствующем стандарте на продукцию.

9.3.4.2 Испытание герметичности пневматического оборудования

Испытания должны быть проведены, чтобы проверить, что после утечки воздуха в цилиндре или магнитном клапане пневматического оборудования, после испытательного времени T, давление воздуха в баллоне V, соединенном с цилиндром или клапаном, не снижалось более чем на 1 % за минуту времени.

Давление воздуха в баллоне в начале испытания должно быть равно номинальному давлению воздуха P в испытуемом устройстве.

На холодную обмотку следует подать ток, равный установившемуся току, который возникает, когда на обмотку подается номинальное напряжение.

Испытание должно быть проведено неоднократно при каждом различном состоянии оборудования с питанием или без него, если это применимо.

Типовые испытания следует проводить на одном образце (пневматическом цилиндре или магнитном клапане), а периодические могут быть проведены не более чем на 10 одинаковых образцах.

Если оборудование оснащено несколькими пневмоцилиндрами или магнитными клапанами, которые невозможно испытать раздельно, то достаточно удостовериться, что потери от утечки воздуха не превышают суммарные потери, допустимые для каждого устройства.

Продолжительность испытания T определяется параметрами, как следует ниже:

$$T = \frac{dP}{P} \frac{100\ V}{(m + 0{,}5n)}\ , \qquad (3)$$

где:

m - число испытуемых магнитных клапанов;

n - число пневмоцилиндров, к которым подается воздух во время испытаний;

T - продолжительность испытания, выраженная в минутах, которая должна быть не менее 1 мин;

V - общий объем, выраженный кубическими дециметрами, пневмопривода, состоящего из баллона и пневмоцилиндров, в случае необходимости, увеличенный объемом трубопровода если объем

пневмопривода значителен. Общий объем пневмопривода должен быть до 5 раз больше объема пневмопривода испытуемого оборудования;

P - номинальное давление воздуха, выраженное в МПа (1 МПа = 10 бар);

dP - изменение давления воздуха в баллоне в конце испытания, выраженного в МПа. Изменение давления не должно превышать 0,1 *P*, но оно должно быть достаточным, чтобы устройство измерения давления показало это количество.

Примечание – Баллон должен быть подобран так, чтобы его объем соответствовал условиям об изменении давления воздуха и продолжительности испытания.

9.3.4.3 Испытание герметичности гидравлического оборудования

9.3.4.3.1 Типовые испытания

Испытание на износостойкость продолжительностью три месяца следует проводить на укомплектованном гидравлическом оборудовании, функционирующем в режиме нагрузки, оговоренном между производителем и пользователем, чтобы проверить, что не существует никакой утечки жидкости, которая может подвергать опасности функционирование оборудования или станет причиной для дополнения рабочей жидкости.

Помимо трех месяцев может быть установлена иная продолжительность испытания по договоренности между производителем и пользователем.

9.3.4.3.2 Периодические испытания

9.3.4.3.3 Цилиндры

Поршневые цилиндры, оснащенные прокладками, поршневыми кольцами или уплотнителями, не должны допускать значительную утечку жидкости при максимальной нагрузке, подаваемой на шток поршня снаружи.

9.3.4.3.4 Клапаны и гидравлические системы

Во время испытаний при максимальном номинальном потоке жидкости и максимальном номинальном давлении, утечка жидкости не должна превышать 0,35 % в минуту максимальном потоке с давлением 100 бар.

9.3.4.4 Износостойкость

9.3.4.4.1 Общие положения

Испытания на износостойкость являются типовыми испытаниями, цель которых заключается в том, чтобы проверить число рабочих циклов, в течение которых оборудование вероятно будет функционировать без ремонта или замены частей.

На основании испытаний на износостойкость составляется статистическая оценка срока эксплуатации оборудования, если производимое число оборудования позволяет проводить такое испытание.

9.3.4.4.2 Механическая износостойкость

Во время испытаний главная цепь должна быть обесточена или быть не под напряжением. Перед испытанием оборудование может быть смазано, если эта процедура проводится в обычных условиях эксплуатации.

В цепи управления подается ток с номинальным напряжением и, при необходимости, номинальной частотой.

В пневматическое и электропневматическое оборудование подается воздух при номинальном давлении воздуха.

Оборудование с ручным управлением должно работать как в обычных условиях эксплуатации.

Число рабочих циклов не должно быть меньше, чем указано в соответствующим стандарте на продукцию.

Для оборудования, оснащенного рабочими реле и расцепителями (расцепляющее устройство), общее число рабочих циклов, выполняемых такими реле или расцепителями, должно быть указано в соответствующем стандарте на продукцию.

Метод оценки результатов испытания должен быть указан в соответствующем стандарте на продукцию.

9.3.4.4.3 Электрическая износостойкость

Условия испытаний соответствуют тем же, что и в 2) подпункта 9.3.4.4, за исключением того, что на главную цепь подают ток согласно требованиям соответствующего стандарта на продукцию.

Метод оценки результатов испытания должен быть указан в соответствующем стандарте на продукцию.

9.3.4.5 Проверка настройки и работы защитного оборудования и реле (калибровка)

Эти проверки являются серийными испытаниями.

Данное оборудование должно функционировать с допуском ± 5 % максимального значения в пределах диапазона.

9.3.5 Вибрации и удары

Испытания на вибрации и удары следует проводить согласно соответствующему методу *СТ РК МЭК 61373.*

9.3.6 Электромагнитная совместимость

В прилегающей к железной дороге области существуют электромагнитные поля, генерируемые, к примеру, радиопередатчиками, мобильными телефонами. Электронное оборудование железнодорожного транспорта должно быть достаточно устойчивым к таким полям.

Подвижной состав может генерировать электрические, магнитные и электромагнитные поля. Эти излучения могут оказывать влияние на чувствительную электронную аппаратуру, например, радиопередатчики, телевизионные приемники и т.д., находящиеся на близком расстоянии от железных дорог.

Следует уделить особое внимание электромагнитной совместимости транспортных средств и сигнализирующего оборудования. В зависимости от типа сигнализирующего оборудования, используемого в каждом конкретном случае, следует учитывать пределы кондуктивных и излучаемых помех

транспортных средств.

9.3.7 Шумовое излучение

При необходимости могут быть проведены испытания шумовых излучений, чтобы проверить их пределы согласно 8.2.5 по договоренности между производителем и пользователем.

9.3.8 Климатические испытания

При необходимости может быть проведено несколько серий испытаний, чтобы показать соответствие условиям окружающей среды. *Испытания проводятся в соответствии со стандартами:*

– холод *по ГОСТ 28199;*

– сухое тепло *по ГОСТ 28200;*

– влажное тепло *по ГОСТ 28201;*

– соляной туман *по ГОСТ 28234.*

В дополнение в испытательной документации могут быть указаны другие испытания в соответствии с определенным условием окружающей среды.

Для каждого испытания в протоколе испытаний указываются соответствующие параметры.

При необходимости может быть проведено испытание герметичности во время и после испытания воздействием сухого тепла и холода в соответствии с 9.3.4.2.

Для каждого испытания следует использовать новый образец оборудования. Может быть использован один и тот же образец при нескольких испытаниях, если после ремонта он указывается как новый.

Приложение А
(обязательное)

Измерение длины пути тока утечки и изоляционного промежутка

А.1 Основные положения

Канавки шириной *X*, указанные в рисунках А.1.1 – А.1.11, в основном, применяются во всех рисунках в зависимости от степени загрязнения как указано ниже:

Степень загрязнения	Минимальные значения ширины *X* канавки, мм
СЗ 1	1,0
СЗ 2	1,5
СЗ 3	2,5
СЗ 4	4,0

Методы измерения длины пути тока утечки и изоляционного промежутка указаны на рисунках А.1.1 – А.1.11. В этих рисунках не делается различие между зазорами и канавками или между типами изоляции.

Кроме того:

– предполагается, что каждый угол должен быть защищен изолирующим мостом, шириной X мм, если углы находятся под воздействием негативных факторов окружающей среды. (см. рисунок А.1.3);

– если расстояние на вершине канавки составляет *X* мм или более, то длину пути тока утечки измеряют вдоль линии канавки (см. рисунок А.1.2);

– длину пути тока утечки и изоляционного промежутка измеряют между движущимися друг против друга частями, когда они находятся в наихудшем положении.

А.2 Использование рифления

Наличие рифления изоляции снижает влияние загрязнения и улучшает высыхание поверхности, значительно сокращая риск образования тока утечки. Следовательно, длина пути тока утечки может быть сокращена до 0,8 установленного значения, при условии, что минимальная высота рифления равна 2 *X* мм.



Рисунок А.1 – Измерение высоты рифления изоляции

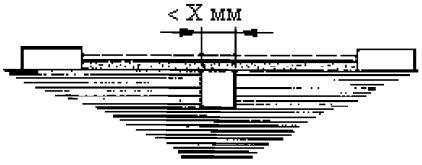


Рисунок А.1.1

Условие: Данный путь тока утечки состоит из параллельных или сходящихся канавок любой глубины и шириной менее *X* мм.

Правило: Длину пути тока утечки и изоляционный промежуток измеряют по линии канавки как показано выше.

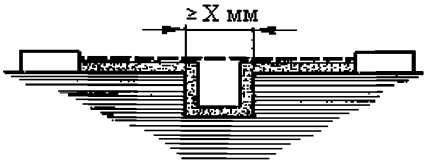


Рисунок А.1.2

Условие: Данный путь длины пути тока утечки состоит из параллельных канавок любой глубины и шириной равной или больше *X* мм.

Правило: Изоляционный промежуток представляет собой видимую линию. Путь тока утечки следует линии канавки.

– – – – Изоляционный промежуток Длина пути тока утечки



Рисунок А.1.3

Условие: Этот путь тока утечки представляет собой клиновидную канавку шириной более *X* мм.

Правило: Изоляционный промежуток представляет собой прямую линию. Путь тока утечки следует линии канавки, но замыкается на дне канавки, образуя отрезок шириной *X* мм



Рисунок А.1.4

Условие: На пути тока утечки расположено рифление.

Правило: Изоляционный промежуток представляет собой наиболее короткий отрезок, проходящий по воздуху над вершиной рифления. Путь тока утечки следует линии рифления.

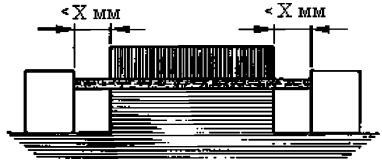


Рисунок А.1.5

Условие: На пути тока утечки находится соединение, не склеенное с канавками с каждой стороны шириной менее *X* мм.

Правило: Путь тока утечки и изоляционный промежуток представляет собой прямую линию, как показано выше.

– – – – – Изоляционный промежуток Длина пути тока утечки

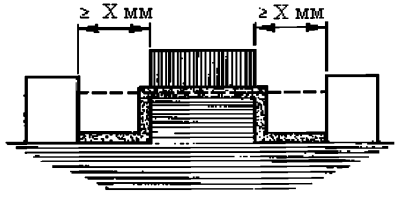


Рисунок А.1.6

Условие: На пути тока утечки находится соединение, не склеенное с канавками с каждой стороны, ширина которых равна или больше *X* мм.

Правило: Изоляционный промежуток представляет собой прямую линию. Путь тока утечки следует за линией канавок.

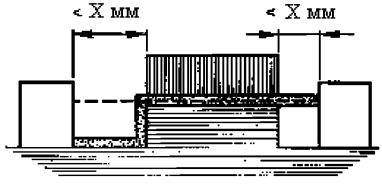


Рисунок А. 1.7

Условие: На пути тока утечки находится соединение, не склеенное с канавкой с одной стороны, ширина которой меньше *X* мм и с канавкой на другой стороне, ширина которой равна или больше *X* мм.

Правило: Пути тока утечки и изоляционного промежутка показаны выше.

– – – – – Изоляционный промежуток Длина пути тока утечки

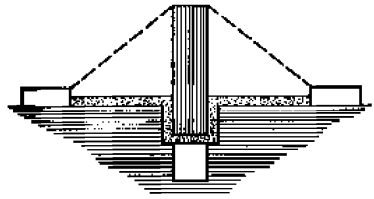


Рисунок А.1.8

Условие: Путь тока утечки, проходящий через несклеенное соединение, меньше пути тока утечки над препятствием.

Правило: Изоляционный промежуток представляет собой прямую линию, проходящую по воздуху над вершиной препятствия.

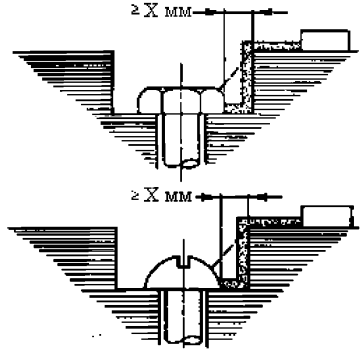


Рисунок А.1.9

Условие: Зазор между головкой винта и стеной углубления достаточно широк и может быть учтен.

Правило: Пути изоляционного промежутка и тока утечки показаны выше.

– – – – – Изоляционный промежуток

Длина пути тока утечки

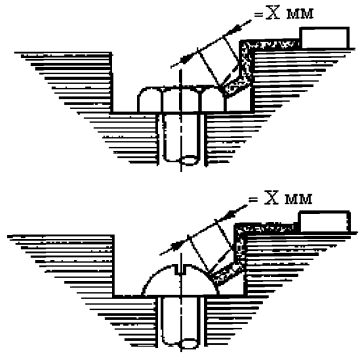


Рисунок А.1.10

Условие: Зазор между головкой винта и стеной углубления слишком узок, чтобы принять его во внимание.

Правило: Путь тока утечки измеряют от винта до стены, если расстояние равно *X* мм.

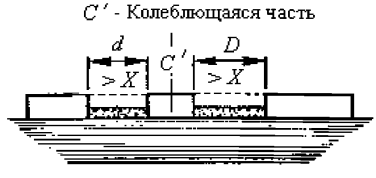


Рисунок А.1.11

Изоляционный промежуток равен (*d* + *D*)
Длина пути тока утечки равна (*d* + *D*)

– – – – – Изоляционный промежуток Длина пути тока утечки

Приложение Б
(справочное)

Согласование определений

Цель данного приложения заключается в том, чтобы разъяснить терминологию определений и характеристик.

Все выделенные курсивом термины или выражения взяты из разделов 3 и 5.

Обычно величина может меняется в пределах диапазона, которым является зазор между двумя допустимыми *предельными значениями*, но для того, чтобы обозначить или указать эту величину применяют приблизительное значение; это и есть *номинальная величина* (см. рисунок Б.1).

Наибольшее или максимальное значение из этого диапазона, устанавливают для того, чтобы установить требования к испытаниям; это *номинальное значение*.

Кроме того, применяется наименьшее значение, являющееся испытательным значением, но, обычно, только к рабочим требованиям.

При использовании оборудования или устройства, обычно, применяют два значения, напряжение и ток, которые устанавливает и (или) устанавливается по соглашению с производителем согласно проекту оборудования; такими значениями могут быть *номинальное рабочее напряжение* с номинальной частотой, и при необходимости, *номинальный рабочий ток* (см. рисунок Б.2).

В некоторых случаях, когда величина определяется по регулирующему устройству, наибольшим значением из диапазона работы этого устройства может быть номинальное рабочее напряжение, даже в том случае, если для функционирования устройства необходим больший спектр.

В рабочих требованиях может быть учтено временное напряжение, если неэффективна работа регулирующего устройства.

Эти два номинальных значения являются исходными при проведении испытаний; они устанавливают *категорию применения* (см. рисунок Б.2).

Для оборудования или устройства может быть установлено несколько категорий применения. В этом случае, для оборудования устанавливают несколько значений номинальных рабочих напряжений и номинальных рабочих токов, являющихся напряжением возбуждения или током возбуждения, где

– наибольший допустимый ток это ток, который возникает во время постоянной работы (тепловой предел). Данный предел может быть превышен только на короткий промежуток времени; после чего он следует ток перегрузки;

– наибольшее допустимое постоянное напряжение, которое устанавливается конструктором в соответствии с уровнем импульсного напряжения, чтобы определить длину пути тока утечки и изоляционный промежуток; это *номинальное напряжение на изоляции*. При испытании прочности диэлектрика на пробой в соответствии с этой величиной устанавливают *допустимое напряжение промышленной частоты*.

Все рабочие условия должны обеспечивать следующее (см. рисунок Б.3):

– чтобы номинальное рабочее напряжение всегда было меньше номинального напряжения на изоляции;

– чтобы переходные перенапряжения всегда были меньше импульсного допустимого напряжения во избежание повреждений;

– чтобы номинальный рабочий ток всегда был меньше теплового предела;

– чтобы токи в условиях перезагрузки были не больше *номинального кратковременно допустимого тока*.

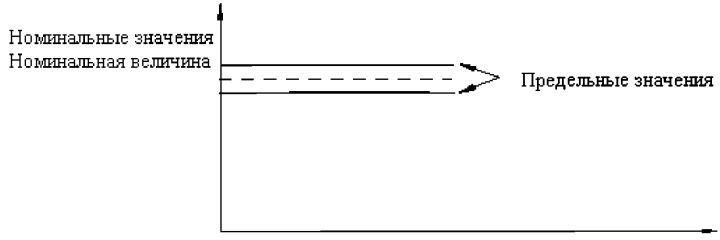


Рисунок Б.1

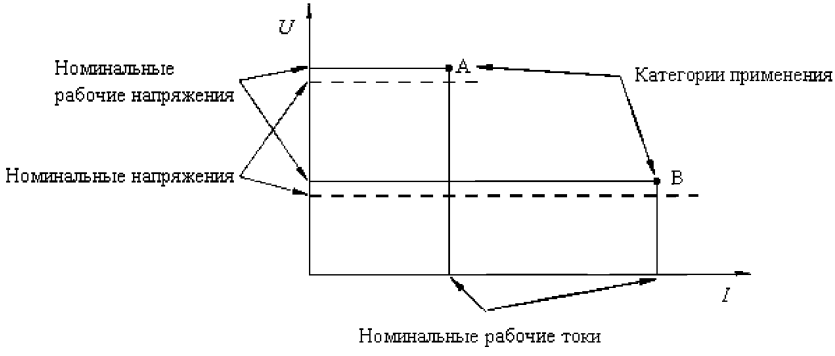


Рисунок Б.2

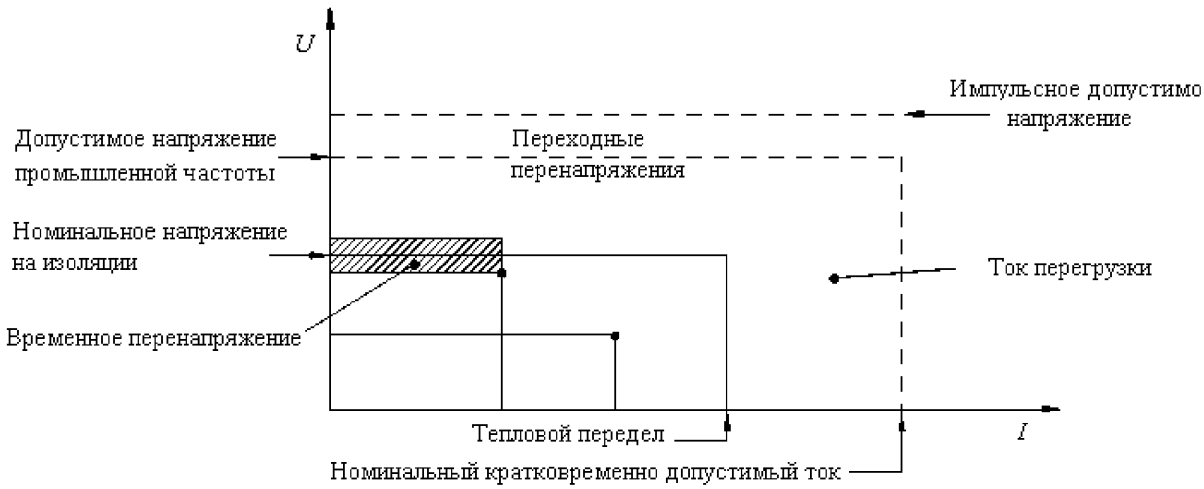

U
Импульсное допустимое напряжение
Допустимое напряжение промышленной частоты
Переходные перенапряжения
Номинальное напряжение на изоляции
Ток перегрузки
Временное перенапряжение
Тепловой передел
I
Номинальный кратковременно допустимый ток

Рисунок Б.3

Приложение В
(справочное)

Определение изоляционного промежутка и длины пути тока утечки

Цель данного приложения заключается в том, чтобы указать метод определения изоляционных промежутков и путей тока утечки согласно 8.2.6.

В этом пункте указаны только минимальные значения, ниже которых способность оборудования подвижного состава выдерживать допустимое напряжение следует проверять испытаниями, но для этого необходимы другие значения.

Характеристики изоляции оборудования определяются изоляционными промежутками и длиной пути тока утечки. Эти два параметра зависят от значений, которые применяются для указания характеристик изоляции цепи:

– номинального импульсного допустимого напряжения;

– номинального напряжения на изоляции.

Изоляционные промежутки, в основном, определяют импульсным напряжениям, которые могут возникать в цепи, либо вследствие внешней причины или из-за коммутации внутренних устройств цепи.

Важно знать эти импульсные напряжения, но они не всегда известны. Импульсное допустимое напряжение оборудования или аппарата должен указать производитель. Кроме того, цепь не должна генерировать импульсное напряжение больше импульсного допустимого напряжения. По этой причине необходимо определить номинальное импульсное допустимое напряжение.

В электронных схемах можно узнать точный уровень импульсного напряжения. Кроме того, можно узнать об уровне импульсного напряжения, если имеется, к примеру, разрядник. В этом случае изоляционные промежутки определяют при помощи таблицы 5.

В большинстве же случаев, уровень допустимого импульсного напряжения неизвестен. Конструктор может воспользоваться таблицей 4, где в зависимости от номинального напряжения на изоляции приведено номинальное допустимое напряжение, которое, в этом случае, вероятно не будет превышено.

Действительные значения изоляционного промежутка можно определить по таблице 5. Значения, указанные в таблицах 4 и 5, являются минимальными значениями изоляционного промежутка и могут быть применены теоретически.

Производитель должен указать коэффициент безопасности изоляционного промежутка, используя свой собственный опыт. Данный коэффициент, учитывающий все параметры, которые могут оказать влияние на изоляцию, указывает разницу между значениями, полученными

теоретически, и значениями, которые необходимыми при действительных рабочих условиях.

Эти параметры включают, например, следующее:

– атмосферные условия (особые факторы загрязнения);

– ионизирующая среда;

– изменение температуры внутри определенного помещения;

– качество изоляции;

– площадь с проходящими по ней проводами;

– изменение качества продукта во время эксплуатации;

– безопасность человека;

– изменения в процессах производства и технического обслуживания оборудования;

– изнашивание оборудования во время работы;

– повреждения и другие обстоятельства нестандартной работы.

При необходимости проведения испытания электричеством (смотрите 1) подпункта 9.3.3.2), изоляционный промежуток поверяют испытанием импульсным допустимым напряжением.

Может быть применено испытание напряжением промышленной частоты или испытание напряжением постоянного тока, как указано в таблице 7.

Значения пути тока утечки определяют номинальным импульсным напряжением при помощи таблиц 6а и 6б.

Для проверки оборудования производитель должен выбрать номинальное импульсное напряжение равное, по меньшей мере, номинальному рабочему напряжению – или более высокое номинальное напряжение продолжительностью менее 5 мин, если для конкретных случаев соответствует интервал между такими напряжениями и если таких испытаний несколько.

При необходимости, длина пути тока утечки может быть увеличена до значения, равного, по меньшей мере, значению изоляционного промежутка, установленного ранее.

На рисунке В.1 указаны способы и требования определения изоляционных промежутков и длины пути тока утечки.

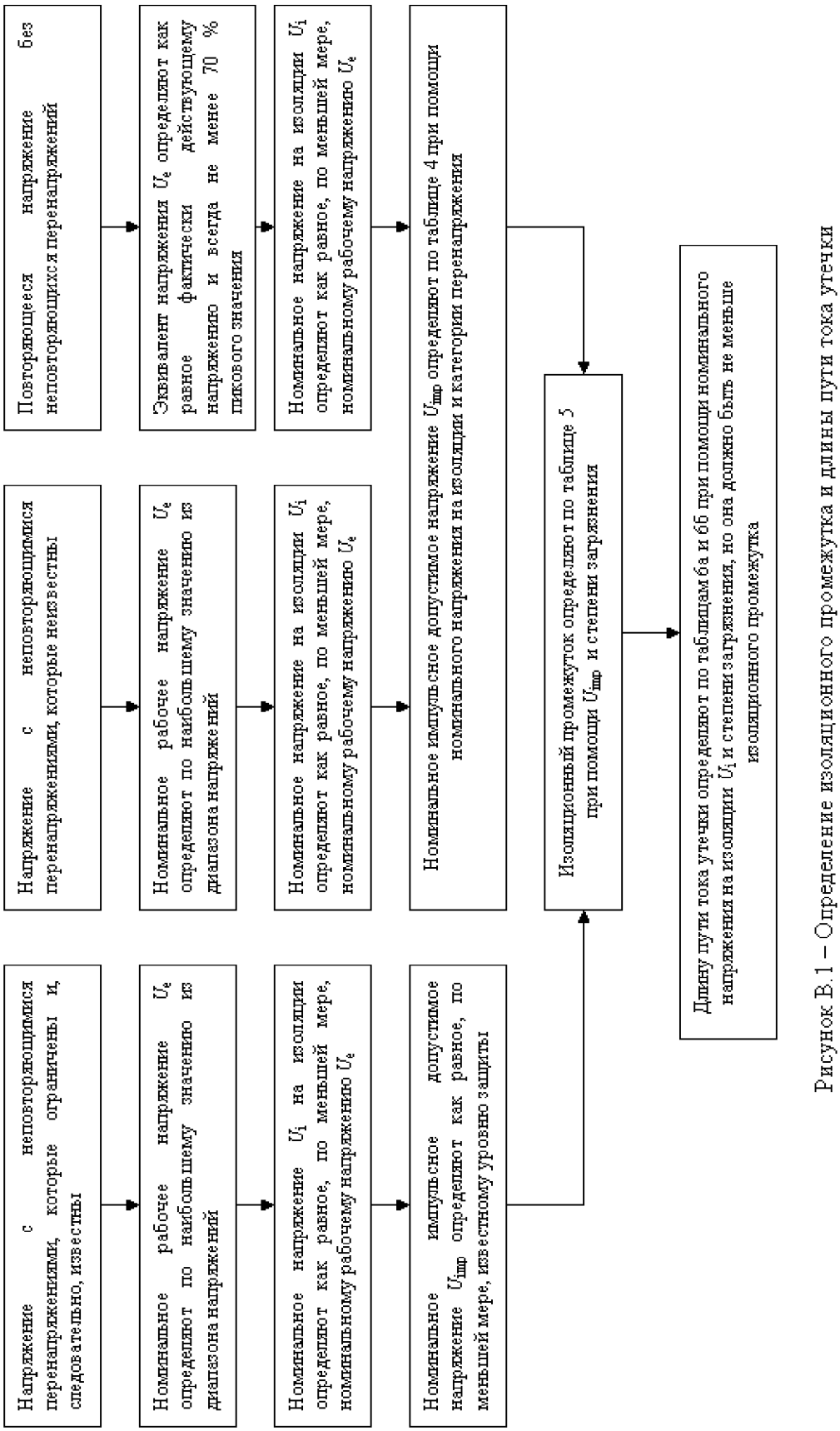


Рисунок В.1 – Определение изоляционного промежутка и длины пути тока утечки

Приложение
(справочное)

Библиография

[1]	МЭК 60050(811):1991	Международный Электротехнический Словарь (МЭС). Глава 811: Тяга электрическая
[2]	МЭК 60050(441):1984	Международный Электротехнический Словарь (МЭС). Глава 441: Коммутационная аппаратура, аппаратура управления и предохранители
[3]	МЭК 60050(151):1978	Международный Электротехнический Словарь (МЭС). Глава 151: Электрические и магнитные устройства
[4]	ГОСТ Р МЭК 536-94	Классификация электротехнического и электронного оборудования по способу защиты от поражения электрическим током
[5]	МЭК 60721-3-5:1997	Классификация внешних воздействующих факторов. Часть 3. Классификация групп параметров окружающей среды и их степеней жесткости. Раздел 5. Размещение на наземных транспортных средствах
[6]	МЭК 60850:2007	Железные дороги. Напряжения источников питания тяговых систем
[7]	МЭК 60071-1:1993	Координация изоляции. Часть 1. Определения, принципы и правила
[8]	МЭК 60664-1:1992	Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 1. Принципы, требования и испытания

УДК 629.423:629.424.4 **МКС 45.060**

Ключевые слова: устройство, цепь, клемма, напряжение, перенапряжение, ток, электрическое реле, номинальное напряжение, изоляционный промежуток, изоляция, испытание,

Басуға _____ж. қол қойылды Пішімі 60х84 1/16
Қағазы офсеттік. Қаріп түрі «KZ Times New Roman»,
«Times New Roman»
Шартты баспа табағы 1,86. Таралымы ____ дана. Тапсырыс ____

«Қазақстан стандарттау және сертификаттау институты»
республикалық мемлекеттік кәсіпорны
010000, Астана қаласы, Орынбор көшесі, 11 үй,
«Эталон орталығы» ғимараты
Тел.: 8 (7172) 240074

gost.e-ecolog.ru