МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 2582— 2013

МАШИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВРАЩАЮЩИЕСЯ ТЯГОВЫЕ

Общие технические условия

(IEC 60349-1:2010, NEQ)
(IEC 60349-2:2010, NEQ)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0–92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2–2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (ОАО «ВНИИЖТ»)

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 5 ноября 2013 г. № 61-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Азербайджан	AZ	Азстандарт
Армения	AM	Армгосстандарт
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Настоящий стандарт соответствует международным стандартам:

- IEC 60349-1:2010 Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 1: Machines other than electronic converter-fed alternating current motors (Электротяга. Вращающиеся электрические машины для рельсового и безрельсового транспорта. Часть 1. Машины, кроме двигателей переменного тока с питанием от электронных преобразователей);
- IEC 60349-2:2010 Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 2: Electronic converter-fed alternating current motors (Электротяга. Вращающиеся электрические машины для рельсового и безрельсового транспорта. Часть 2. Двигатели переменного тока с питанием от электронных преобразователей).

Степень соответствия – неэквивалентная (NEQ).

5 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1969-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 2582 – 2013 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2015 г.

6 Настоящий стандарт может быть применен на добровольной основе для соблюдения требований технических регламентов Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава»и «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта»

7 ВЗАМЕН ГОСТ 2582–81

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2014

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

Содержание

1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 1
3 Термины и определения ... 2
4 Классификация ... 4
5 Технические требования ... 5
6 Требования защиты обслуживающего персонала и охраны окружающей среды ... 17
7 Правила приемки ... 17
8 Методы испытаний ... 19
9 Транспортирование и хранение, маркировка, упаковка ... 31
10 Указания по эксплуатации ... 32
11 Гарантии изготовителя ... 32
Приложение А (обязательное) Асинхронные расщепители фаз ... 33
Приложение Б (обязательное) Программы испытаний электрических машин по видам испытаний ... 38

Поправка к ГОСТ 2582—2013 Машины электрические вращающиеся тяговые. Общие технические условия

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан

(ИУС № 3 2019 г.)

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

МАШИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВРАЩАЮЩИЕСЯ ТЯГОВЫЕ

Общие технические условия

Rotating electrical traction machines for rail and road vehicles.
General technical specifications

Дата введения – 2015—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на тяговые вращающиеся электрические машины мощностью более 300 Вт (далее – электрические машины), предназначенные для применения на железнодорожном подвижном составе и на подвижном составе городского (рельсового и безрельсового) транспорта (далее – подвижной состав).

Стандарт не распространяется на электрические машины других подвижных устройств (аккумуляторные погрузочно-разгрузочные машины, электротягачи и электротележки, применяемые в теплоэлектрических автотранспортных системах, судах, летательных аппаратах и др.).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 2.114–95 Единая система конструкторской документации. Технические условия

ГОСТ 2.601–2006 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы

ГОСТ 2.602–95 Единая система конструкторской документации. Ремонтные документы

ГОСТ 8.401–80 Государственная система обеспечения единства измерений. Классы точности средств измерений. Общие требования

ГОСТ 9.014-78 Единая система защиты от коррозии и старения. Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования

ГОСТ 12.1.004–91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.044-89 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения

ГОСТ 12.2.007.0–75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.1–75 Система стандартов безопасности труда. Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности

ГОСТ 15.309–98 Система разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения

ГОСТ 20.57.406–81 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний

ГОСТ 26.203–81 Комплексы измерительно-вычислительные. Признаки классификации. Общие требования

ГОСТ 183–74* Машины электрические вращающиеся. Общие технические условия

ГОСТ 2084–77 Бензины автомобильные. Технические условия

ГОСТ 6962–75 Транспорт электрифицированный с питанием от контактной сети. Ряд напряжений

ГОСТ 7217–87 Машины электрические вращающиеся. Двигатели асинхронные. Методы испытаний

ГОСТ 10159–79 Машины электрические вращающиеся коллекторные. Методы испытаний

ГОСТ 10169–77 Машины электрические трехфазные синхронные. Методы испытаний

ГОСТ 11828–86 Машины электрические вращающиеся. Общие методы испытаний

* В Российской Федерации вместо указанного стандарта действует ГОСТ Р 52776—2007 «Машины электрические вращающиеся. Номинальные данные и характеристики».

Издание официальное

ГОСТ 11929–87 Машины электрические вращающиеся. Общие методы испытаний. Определение уровня шума

ГОСТ 12259–75 Машины электрические. Методы определения расхода охлаждающего газа

ГОСТ 12969–67 Таблички для машин и приборов. Технические требования

ГОСТ 13837–79 Динамометры общего назначения. Технические условия

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

ГОСТ 15150–69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 15543.1–89 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 16962.1–89 Изделия электротехнические. Методы испытаний на устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 16962.2–90 Изделия электротехнические. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 17516.1–90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 18321-73 Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции

ГОСТ 19350–74 Электрооборудование электрического подвижного состава. Термины и определения

ГОСТ 20459–87 (МЭК 34–6–69) Машины электрические вращающиеся. Методы охлаждения. Обозначения

ГОСТ 20815–93 (МЭК 34-14-82)* Машины электрические вращающиеся. Механическая вибрация некоторых видов машин с высотой оси вращения 56 мм и более. Измерение, оценка и допустимые значения

ГОСТ 21339-82 Тахометры. Общие технические условия

ГОСТ 23216–78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ 23875–88 Качество электрической энергии. Термины и определения

ГОСТ 24346–80 Вибрация. Термины и определения

ГОСТ 25941–83 (МЭК 34–2–72, МЭК 34–2А-74) Машины электрические вращающиеся. Методы определения потерь и коэффициента полезного действия

ГОСТ 26772–85 Машины электрические вращающиеся. Обозначение выводов и направление вращения

ГОСТ 27471–87 Машины электрические вращающиеся. Термины и определения

ГОСТ ИСО 1940–1–2007 Вибрация. Требования к качеству балансировки жестких роторов. Часть 1. Определение допустимого дисбаланса

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 19350, ГОСТ 23875, ГОСТ 27471, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **номинальный режим работы электрической машины:** Продолжительный или кратко

* В Российской Федерации вместо указанного стандарта действует ГОСТ Р МЭК 60034-14-2008 «Машины электрические вращающиеся. Часть 14. Механическая вибрация некоторых видов машин с высотой оси вращения 56 мм и более. Измерения, оценка и пределы вибрации».

временный (или повторно-кратковременный) режим работы электрической машины с холодного состояния с гарантированной производителем номинальной нагрузкой (мощностью при номинальном напряжении и соответствующих значениях тока якоря, вращающего момента, частоты вращения, возбуждения и охлаждения), при которой значения превышений температуры всех ее частей за указанное время не превосходят допускаемых.

3.2 **гарантированный заданный режим:** Режим работы, заданный разработчиком

3.3 **часовой номинальный режим работы электрической машины:** Режим работы электрической машины в течение часа с холодного состояния с гарантированной производителем нагрузкой, при которой значения превышения температуры всех ее частей за указанное время не превосходят допускаемых.

Примечание – Под гарантированной производителем нагрузкой понимается мощность при номинальном напряжении и соответствующих значениях других параметров, указанных в 3.1.

3.4 **продолжительный номинальный режим работы электрической машины:** Режим работы электрической машины при неограниченном времени работы с гарантированной производителем нагрузкой (мощностью при номинальном напряжении и соответствующих значениях других параметров), при которой значения температуры всех ее частей не превосходят допускаемых для:

- тягового двигателя при работе с наибольшим номинальным током;
- тягового генератора при работе с наибольшим номинальным напряжением и номинальной мощностью, а также при работе с наименьшим номинальным напряжением и наибольшим током;
- вспомогательного двигателя или вспомогательного генератора при работе с наибольшим током при номинальной мощности.

3.5 **кратковременный номинальный режим работы электрической машины:** Ограниченный по времени режим работы электрической машины с холодного состояния при номинальных параметрах нагрузки и охлаждения (мощности при номинальном напряжении и соответствующих значениях других параметров), при котором не происходит превышения допускаемой температуры ее частей для:

- тягового двигателя при работе с наибольшим током;
- тягового генератора при работе с номинальной мощностью (при наибольшем или наименьшем номинальном напряжении с соответствующим током);
- вспомогательного двигателя или вспомогательного генератора при работе с наибольшим током при номинальной мощности.

Примечание – Длительность режима работы может быть 15; 30; 40; 60; 90 мин.

3.6 **повторно-кратковременный номинальный режим электрической машины (двигателя или генератора):** Режим, состоящий из непрерывно повторяющихся циклов, каждый из которых включает в себя два функциональных периода – рабочий и паузу (продолжительность режима – длительно неограниченная).

Примечание – В рабочий период времени электрическая машина нагревается, работая при номинальном напряжении с заданной нагрузкой, продолжающейся менее чем необходимо для достижения допускаемой температуры; в период паузы – охлаждается, причем в период паузы электрическая машина (и ее части) не успевает охладиться до температуры окружающей среды, и в каждый последующий (за первичным – из холодного исходного состояния) промежуток времени работы температура машины и ее частей повышается, пока не достигнет установившегося значения, которое не должно превышать норматива.

3.7 **эквивалентный тепловой режим:** Режим испытания электрической машины с параметрами нагрузки (значениями напряжения, тока и частоты вращения) и охлаждения, при котором превышение температуры ее наиболее нагретой части при работе с холодного состояния соответствует превышению температуры этой части при испытании на нагревание в номинальном режиме.

3.8 **номинальное напряжение двигателя переменного тока:** Действующее значение линейного напряжения, подаваемого на электродвигатель при его работе в номинальном режиме.

3.9 **номинальная частота вращения:** Частота вращения в номинальном режиме работы машины.

3.10 **максимальное напряжение:** Наибольшее значение напряжения, которое может быть на работающей электрической машине.

Примечание – Для электрических машин переменного тока это действующее значение линейного напряжения.

3.11 **допустимое значение:** Значение параметра, допускаемого в пределах заданных значе-

ний от наибольшего до наименьшего.

3.12 **наибольшая частота вращения тягового двигателя:** Частота вращения установленного на транспортном средстве тягового двигателя, соответствующая конструкционной скорости транспортного средства при максимально допустимом износе колес по диаметру.

3.13 **начало эксплуатации электрической машины:** Дата ввода в эксплуатацию транспортного средства, на котором установлена электрическая машина.

3.14 **преобразователь (преобразователь полупроводниковый**): Устройство, преобразующее параметры получаемой от источника электрической энергии к виду, необходимому для питания электрических машин.

Примечание — Преобразователь может получать питание от источника постоянного или переменного тока (контактная сеть, генератор) непосредственно или через трансформатор и преобразовывать поданное на него напряжение в постоянное (выпрямленное) или многофазное переменной частоты с изменением его значения. Он может работать или только в режиме тяги (передается энергия двигателю), или тяги и электрического торможения (передача энергии от двигателя в сеть – рекуперация, если на резистор - реостатное торможение), а также преобразовывать:

- постоянный пульсирующий ток коллекторных двигателей или многофазный ток асинхронных или синхронных двигателей – в однофазный переменный ток с заданной частотой в режиме рекуперативного торможения;
- многофазный ток асинхронных или синхронных двигателей – в постоянный ток в режиме реостатного или рекуперативного торможения.

3.15 **заявленное значение:** Значение параметра, указанного разработчиком на ограниченный срок действия до проведения приемочных, квалификационных или других последующих испытаний, выполняемых для его подтверждения.

3.16 **ресурс работы:** Срок службы электрической машины или ее узлов по результатам испытаний или работы в эксплуатации до определенного вида ремонта или до предельного износа, по достижении которого эксплуатация запрещается.

3.17 **тяговая электрическая машина:** Электрическая машина (тяговый и вспомогательный двигатель или любой генератор постоянного, пульсирующего и переменного тока), расположенная на транспортном средстве и используемая для обеспечения его работы.

3.18 **заказчик:** Предприятие или организация, или их объединение, по заявке и договору с которым осуществляется разработка, производство и/или поставка электрических машин.

3.19 **номинальный ток:** Ток, протекающий по обмоткам в номинальном режиме работы электрической машины.

3.20 **ток якоря:** Ток, протекающий по обмоткам якоря электрической машины.

3.21 **ток возбуждения:** Ток, протекающий по обмоткам возбуждения электрической машины.

3.22 **вибрационная прочность (вибропрочность):** Прочность при и после заданной вибрации.
[ГОСТ 24346–80, статья 10]

3.23 **виброскорость:** Производная виброперемещения по времени.
[ГОСТ 24346–80, статья 14]

3.24 **виброускорение:** Производная виброскорости по времени.
[ГОСТ 24346–80, статья 15]

4 Классификация

Тяговые электрические машины подразделяют:

а) по назначению:

1) тяговые двигатели;

2) тяговые генераторы;

3) вспомогательные электрические машины (двигатели, генераторы, возбудители, расщепители фаз, электромашинные преобразователи);

б) по способу питания электроэнергией:

1) электрические машины (ЭМ), получающие электроэнергию от контактной сети;

2) ЭМ, получающие электроэнергию от источника, находящегося на подвижном составе;

в) по роду тока:

1) ЭМ постоянного тока, в том числе выпрямленного многофазного тока при коэффициенте пульсации тока 10 % и менее;

2) ЭМ пульсирующего тока (выпрямленного однофазного) при коэффициенте пульсации тока более 10 %;

3) ЭМ переменного тока;

г) по режиму работы:

1) ЭМ, работающие в продолжительном режиме;

2) ЭМ, работающие в кратковременном режиме с длительностью рабочего периода 15, 20, 30, 40, 60 (часовой) и 90 мин;

3) ЭМ, работающие в повторно-кратковременном режиме с продолжительностью включения (ПВ) 15 %, 25 %, 40 %, 50 %, 60 %;

д) по степени защиты – в соответствии с ГОСТ 14254;

е) по способу охлаждения – в соответствии с ГОСТ 20459:

1) с независимой вентиляцией;

2) с самовентиляцией;

3) обдуваемые;

4) с естественным охлаждением;

ж) по климатическому исполнению: О, У, УХЛ, ХЛ, Т и категорией размещения в соответствии с ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543.1.

5 Технические требования

5.1 Требования к конструкторской документации

5.1.1 Конструкторская документация на электрическую машину должна быть разработана в соответствии с ГОСТ 2.114, ГОСТ 2.601, ГОСТ 2.602 и содержать требования к габаритным, установочным размерам, массе электрической машины, способу монтажа на подвижном составе, не противоречащие требованиям настоящего стандарта.

5.1.2 Конструкторская документация на асинхронные тяговые, а при необходимости и вспомогательные электрические машины должна предусматривать оборудование электрических машин датчиком частоты вращения ротора и датчиком температуры статорной обмотки.

5.2 Требования по стойкости к внешним воздействующим факторам

5.2.1 Электрические машины в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам (ВВФ) должны сохранять работоспособность при воздействии вибрационных ускорений в эксплуатации. Электрические машины в зависимости от места установки и типа должны быть рассчитаны на работу с воздействием вибраций и ударов с ускорениями:

а) тяговые двигатели с опорно-осевым подвешиванием при воздействии вибраций с амплитудами виброускорений 120 м/с^2 (вертикальная составляющая) при суммарном векторе (геометрическая сумма вертикальной, поперечной и продольной составляющих) до 155 м/с^2 при одной частоте диапазона от 10 до 100 Гц и воздействии механических ударов многократного действия в вертикальном направлении с пиковым ударным ускорением 220 м/с^2 (длительностью от 2 до 30 мс) и механических ударов одиночного действия в вертикальном направлении с пиковым ударным ускорением 280 м/с^2 (длительностью от 2 до 30 мс);

б) тяговые двигатели с опорно-рамным подвешиванием на тележке при воздействии вертикальной вибрации с амплитудой виброускорений 50 м/с^2 при одной частоте диапазона от 10 до 100 Гц и механических ударов одиночного действия в горизонтальном направлении (направление движения) с пиковым ударным ускорением 30 м/с^2;

в) электрические машины и генераторы при монтаже на подрессоренных частях тележки или кузова при воздействии вертикальной вибрации с амплитудой виброускорения 30 м/с^2 при одной частоте диапазона от 10 до 100 Гц и механических ударов одиночного действия в горизонтальном направлении (направление движения) с пиковым ударным ускорением 30 м/с^2;

г) электрические машины, устанавливаемые на поршневые двигатели и на компрессоры (в том числе устанавливаемые на общую раму с поршневыми двигателями или компрессорами и имеющие с ними жесткое сочленение), должны соответствовать группам М36 и М37 по ГОСТ 17516.1, а при соединении с другими агрегатами, имеющими более высокие рабочие частоту вращения и вибрацию, должны быть рассчитаны на эти показатели.

Примечания

1 Требования для электрических машин, размещенных на поршневых двигателях или компрессорах, устанавливаются с 1 января 2012 г.

2 Электрические машины и генераторы, не имеющие жесткого сочленения (не передающего вибрационные воздействия выше указанных в перечислении в) 5.2.1) с поршневыми двигателями или компрессорами и установленные на общей с ними раме в кузове, допускается по согласованию с за-

казчиком испытывать по перечислению в) 5.2.1 или фактической вибронагруженности аналогов, но по нормам не ниже, чем указаны в перечислении;

д) электрические машины городского транспорта (рельсового и безрельсового) при воздействии вертикальной вибрации с амплитудами виброускорения 15 м/с^2 при одной частоте диапазона от 10 до 55 Гц и воздействии механических ударов одиночного действия в вертикальном и горизонтальном направлении (направление движения) с пиковым ударным ускорением 30 м/с^2.

Примечание – В перечислениях б), в) и д) 5.2.1 длительность пиковых ударов от 2 до 20 мс и выполняют по три удара в противоположные стороны в горизонтальном направлении (в перечислении д) - также в вертикальном направлении в одну сторону).

5.2.2 Электрические машины должны обеспечивать работу на высоте до 1200 м над уровнем моря при температуре окружающего воздуха от минус 50 °С до плюс 40 °С. Электрические машины по дополнительному требованию могут быть изготовлены для работы на высоте до 1400 м над уровнем моря при температуре окружающего воздуха до минус 60 °С.

5.2.3 За условную эффективную температуру окружающего воздуха при расчете долговечности изоляции следует принимать 25 °С.

5.2.4 Электрические машины должны обеспечивать работу в условиях запыленного, влажного воздуха и выпадения росы и инея в соответствии с категорией климатического исполнения О, У, УХЛ, ХЛ, Т ГОСТ 15150 (разделы 1-5) и ГОСТ 15543.1 (таблица и приложение 5).

5.3 Режимы работы

5.3.1 Для тяговых двигателей электровозов и моторвагонного подвижного состава (МВПС), получающего питание от контактной сети, в качестве номинальных следует устанавливать продолжительный и часовой режимы, для тяговых двигателей, питающихся от автономного источника энергии, – продолжительный или часовой, для тяговых двигателей других видов железнодорожного подвижного состава – по перечислению г) раздела 4.

5.3.2 Для тяговых генераторов следует устанавливать номинальные продолжительные режимы при наименьшем и наибольшем напряжениях. Режим определяют при работе генератора с номинальными мощностью и частотой вращения.

Промежуточные точки внешней характеристики тягового генератора между точками номинальных режимов при наименьшем и наибольшем напряжениях также являются точками продолжительных режимов.

5.3.3 Для вспомогательных электрических машин (двигателей, электромашинных преобразователей и генераторов) следует устанавливать в качестве номинальных один, а при дополнительных требованиях – два или три из перечисленных ниже режимов:

- продолжительный;
- кратковременный;
- повторно-кратковременный.

Параметры номинального режима работы вспомогательного генератора определяют при заданной частоте вращения привода.

5.4 Номинальные напряжения

Номинальные напряжения на выводах электрических машин (тяговых двигателей и вспомогательных электрических машин) устанавливают по ГОСТ 6962:

- для электрических машин, получающих электроэнергию от контактной сети постоянного тока, – по номинальным напряжениям у токоприемников электроподвижного состава с учетом числа постоянно соединенных последовательно электрических машин;

- для двигателей электромашинных преобразователей, подключенных к контактной сети, номинальное напряжение при наличии рекуперации принимают равным номинальному напряжению на шинах тяговой подстанции;

- для электрических машин, получающих электроэнергию от контактной сети переменного или постоянного тока через преобразователь, за номинальное напряжение принимают номинальное напряжение на выходе преобразователя;

Примечание – В случае питания электрических машин пульсирующим напряжением за номинальное напряжение принимают его среднее арифметическое значение за один период;

- для электрических машин, получающих электроэнергию от источника питания, установленного на транспортном средстве, принимают номинальное напряжение источника питания; в случае наличия у источника питания двух и более номинальных напряжений за номинальное напряжение принимают наибольшее напряжение источника питания;

- номинальные напряжения тяговых и вспомогательных генераторов задают в зависимости от назначения и условий работы. При этом для тяговых генераторов следует указывать значения для двух продолжительных режимов – при наименьшем и наибольшем напряжениях.

5.5 Пределы изменения питающего напряжения электрических машин

5.5.1 Двигатели, получающие электроэнергию от контактной сети, должны сохранять работоспособность в рабочем диапазоне токов при изменении напряжения в контактной сети у токоприемника электроподвижного состава по ГОСТ 6962.

5.5.2 Трехфазные или многофазные двигатели переменного тока, получающие электроэнергию от сетей постоянного или однофазного переменного тока, независимо от способа преобразования напряжения в трехфазное и его несимметрии, должны сохранять функциональную работоспособность в предусмотренных технической документацией диапазонах:

- при изменении питающего напряжения – в пределах согласно ГОСТ 6962;
- при питании от преобразователя – с изменением на его выходе напряжения с допустимыми величинами отклонений и несимметрии.

5.5.3 Электрические машины, получающие электроэнергию от контактной сети переменного тока через выпрямитель, преобразователь или непосредственно через трансформатор, должны сохранять функциональную работоспособность в рабочем диапазоне токов при изменении напряжения контактной сети в пределах, указанных в ГОСТ 6962, с учетом повышенного напряжения в соответствии с внешней характеристикой трансформатора, если схемой питания не предусмотрена стабилизация напряжения в более узких пределах.

5.5.4 Электрические параметры вспомогательных асинхронных двигателей (несимметрия напряжения, коэффициент обратной последовательности и допустимые значения напряжений прямой последовательности) задаются в зависимости от назначения двигателя. Если эти значения не заданы, то коэффициент обратной последовательности напряжений принимают:

- 10 % – при наименьшем значении питающего напряжения;
- 5 % – при наибольшем значении питающего напряжения.

При наименьшем и наибольшем значениях питающего однофазного напряжения значения напряжений прямой последовательности должны быть соответственно 0,7 и 1,2 от питающего номинального однофазного напряжения.

5.5.5 Допускаемое отклонение напряжения собственного источника питания переменного тока, установленного на транспортном средстве, а также коэффициент искажения синусоидальности кривой линейного напряжения при холостом ходе и номинальном напряжении устанавливают в зависимости от назначения источника питания.

5.6 Электрическая прочность изоляции обмоток электрических машин

5.6.1 Изоляция обмоток электрических машин относительно корпуса и между обмотками должна выдерживать в течение 1 мин действующее значение испытательного синусоидального напряжения частотой 50 Гц, рассчитанное по приведенным ниже формулам в вольтах ($U_{ИСП}$).

Примечания

1 Рассчитанное значение испытательного напряжения округляется с кратностью 250 В до ближайшего значения в большую сторону.

2 Погрешность измерения испытательного напряжения определяется в соответствии с ГОСТ 11828.

5.6.1.1 Для тяговых и вспомогательных двигателей, получающих электроэнергию непосредственно от контактной сети или через преобразователь с номинальным напряжением относительно корпуса свыше 750 В, испытательное напряжение рассчитывают по формулам:

$$U_{ИСП} = 2{,}25\,U + 2000, \quad (5.1)$$

с номинальным напряжением относительно корпуса до 750 В включительно

$$U_{ИСП} = 2{,}25\,U + 1500. \quad (5.2)$$

5.6.1.2 Для тяговых генераторов, тяговых двигателей подвижного состава с собственным источником энергии и для вспомогательных машин мощностью более 1 кВт, не связанных непосредственно или через преобразователь с контактной сетью, испытательное напряжение рассчитывают по формуле

$$U_{ИСП} = 2U + 1000, \text{ но не менее } 1500 \text{ В}. \quad (5.3)$$

5.6.1.3 Для электрических машин мощностью до 1 кВт с напряжением на коллекторе до 100 В, а также для всех электрических машин с напряжением на коллекторе до 40 В испытательное напряжение рассчитывают по формуле

$$U_{ИСП} = 2U + 500. \quad (5.4)$$

5.6.1.4 Для двигателей постоянного тока, получающих питание от контактной сети постоянного тока непосредственно или через преобразователь, напряжение U является номинальным напряжением на шинах тяговой подстанции.

5.6.1.5 Для двигателей пульсирующего тока, получающих электроэнергию от контактной сети переменного тока через преобразователь, напряжение U равно напряжению на выходе преобразова-

теля при холостом ходе трансформатора, когда к его первичной обмотке приложено номинальное напряжение.

5.6.1.6 Для синхронных электрических машин, получающих питание от источника энергии, установленного на подвижном составе, работающих от преобразователя, напряжение U равно напряжению на выходе преобразователя, соответствующему наибольшему номинальному напряжению электрической машины.

5.6.1.7 Для электрических машин переменного тока, получающих электроэнергию от контактной сети постоянного или переменного тока через преобразователь, напряжение U равно напряжению в звене постоянного тока преобразователя при номинальном напряжении контактной сети.

Если преобразователь не имеет звена постоянного тока, напряжение U принимается равным наибольшему значению однополярного импульса напряжения, подаваемого на двигатель, при номинальном напряжении контактной сети.

5.6.1.8 Если несколько двигателей постоянно соединены последовательно, то напряжение U равно наибольшему напряжению, которое может быть подано на эти двигатели при указанных выше условиях. Если четное число двигателей постоянно соединено последовательно, а средние точки этой цепи или питающего их трансформатора заземлены, то напряжение U равно половине наибольшего напряжения, которое может быть подано на эти двигатели.

5.6.1.9 Для тяговых генераторов, тяговых двигателей и электрических машин, не связанных с контактной сетью, напряжение U равно наибольшему напряжению тягового генератора при продолжительной мощности или наибольшему напряжению другого источника питания двигателей.

5.6.1.10 Для обмоток возбуждения электрических машин с независимым возбуждением напряжение U равно номинальному напряжению питания этих обмоток; для обмоток электрических машин смешанного возбуждения напряжение U равно наибольшему напряжению питания обмоток.

5.6.1.11 При испытании машин тропического исполнения напряжение U должно быть увеличено на 10 %.

5.6.1.12 При повторных испытаниях после установки электрической машины на железнодорожный подвижной состав испытательное напряжение снижают на 15 % от рассчитанного по 5.6.1.

5.6.2 Изоляцию обмоток электрических машин относительно корпуса и между обмотками допускается испытывать напряжением постоянного (выпрямленного) тока с регистрацией тока утечки для машин с напряжением 3000 В и выше по ГОСТ 11828. Изоляция должна выдерживать в течение 1 мин испытательное напряжение ($U_{dисп}$ в вольтах), рассчитанное по следующим формулам:

$$U_{dисп} = 3{,}4U_d + 1700 \quad (5.5)$$

$$\text{или } U_{dисп} = 2{,}4U_{гр} + 1700, \quad (5.6)$$

где U_d – наибольшее среднее напряжение питающей сети постоянного тока;

$U_{гр}$ – максимальное относительно земли повторяющееся пиковое напряжение питающей сети.

5.6.3 Изоляция между смежными витками обмоток должна в течение 5 мин выдерживать испытание повышенным напряжением на выводах электрической машины при ее работе на холостом ходу:

- для тяговых двигателей и вспомогательных электрических машин постоянного тока и асинхронных – на 50 % сверх номинального (наибольшего, если несколько номинальных значений);
- для тяговых генераторов – на 12 % сверх наибольшего номинального.

Междувитковая изоляция якорных обмоток тяговых двигателей переменного, постоянного и пульсирующего тока должна выдерживать до сборки машины испытание импульсным напряжением не менее 250 В между соседними витками обмотки (или коллекторными пластинами при одновитковых секциях обмоток) по методу предприятия-изготовителя.

5.7 Допускаемые превышения температур частей электрических машин

5.7.1 Допускаемые превышения температур узлов электрических машин в зависимости от классов нагревостойкости примененных в них изоляционных материалов по отношению к температуре охлаждающего воздуха не должны превышать указанных в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Предельные допускаемые значения превышения температуры узлов электрических машин

В градусах Цельсия или в кельвинах

Узлы электрической машины	Метод измерения	Класс нагревостойкости изоляции						
		E	B	F	H	200	220	250
Электрические машины постоянного и пульсирующего тока								
Обмотки возбуждения	Сопротивления	115	130	155	180	200	220	250
Обмотки якорей	Сопротивления	105	120	140	160	180	200	220
Коллекторы	Электрический термометр	105	120	120	120	120	120	120
Электрические машины переменного тока								
Обмотки статора. Вращающиеся и неподвижные обмотки возбуждения синхронных машин	Сопротивления	115	130	155	180	200	220	250
Контактные кольца	Электрический термометр	105	120	120	120	120	120	120
Обмотки демпферные и обмотки короткозамкнутых роторов	Электрический термометр	Превышение температуры не должно достигать значений, при которых повреждаются сами обмотки или другие узлы машины						

Примечания

1 Классы нагревостойкости изоляции 220 и 250 используют в основном для двигателей переменного тока.

2 Изоляцию класса Е в тяговых электрических машинах применять не рекомендуется.

3 К обмоткам возбуждения относятся обмотки главных и добавочных полюсов и компенсационная обмотка.

Если температура охлаждающего воздуха во время испытаний находится в пределах от 10 °С до 40 °С, то поправку в результаты измерения превышения температуры не вносят; если при испытаниях температура охлаждающего воздуха находится вне этих пределов, то в результаты измерений вносят поправку по ГОСТ 183 (пункт 1.14).

5.7.2 Допускаемые значения превышения температур обмоток электрических машин, указанные в таблице 5.1, для всех классов изоляции могут быть увеличены на 10 °С:

- для полностью закрытых;
- для работающих только при температуре охлаждающего воздуха ниже 0 °С.

5.7.3 Допускаемые значения превышения температуры коллектора и контактных колец приведены в таблице 5.1 для сварных соединений коллектора с обмоткой. Для паяных соединений оловосодержащим припоем при изоляции класса Е допускаемое превышение температуры 105 °С. Допускаемые превышения температуры для других припоев для закрытой необдуваемой электрической машины и двигателей городского транспорта может превышать значение 105 °С, но не выше 120 °С.

Превышение температуры коллектора при номинальной нагрузке электрической машины для всех классов изоляции задается по условиям обеспечения оптимальной коммутации и не допускается выше 105 °С для электрографитовых щеток.

Классы нагревостойкости изоляционного материала, указанные в таблице 5.1 для коллекторов, относят к изоляции коллектора или же к изоляции присоединенной к нему обмотки, если класс нагревостойкости последней ниже класса нагревостойкости изоляции коллектора.

5.7.4 Для электрических машин, охлаждаемых воздухом, забираемым из кузова, предельные допускаемые значения превышения температуры частей электрических машин должны быть ниже указанных в 5.7.1 на величину разности температуры в месте забора воздуха в кузове и вне кузова подвижного состава.

5.7.5 Материалы, применяемые в электрических машинах, должны соответствовать требованиям по предельно допустимой температуре перегрева (см. таблицу 5.1) и пожаровзрывобезопасности веществ и конструкционных материалов по ГОСТ 12.1.004 (разделы 1–3), ГОСТ 12.1.044 (разделы 1, 2).

5.7.6 Предельная допускаемая температура подшипников электрических машин – по ГОСТ 183 (пункт 1.15 – для подшипников качения 100 °С).

5.8 Сопротивление изоляции обмоток

5.8.1 Сопротивление изоляции обмоток нагретой электрической машины относительно ее корпуса и сопротивление изоляции между обмотками, измеренное в последовательности по таблицам приложений А и Б (на нагретой после проведения тепловых испытаний), в зависимости от номинального напряжения относительно заземленных частей, указано в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Сопротивление изоляции обмоток

Номинальное напряжение относительно заземленных частей, *U*, В	Сопротивление, МОм, не менее
До 400 включ.	1,0
Св.400 до 1000 включ.	2,5
« 1000 « 1500 «	3,0
« 1500 « 2000 «	4,0
« 2000 « 3000 «	5,0

В холодном состоянии сопротивление изоляции обмоток электрических машин с номинальным напряжением свыше 400 В должно быть не менее 20 МОм, если иное значение не задано заказчиком.

5.8.2 Сопротивление изоляции обмоток электрических машин городского электротранспорта с номинальным напряжением до 1000 В должно быть в нагретом состоянии не менее 1,0 МОм.

5.8.3 Сопротивление изоляции обмоток электрических машин после испытания на воздействие влажности воздуха должно быть не менее 0,5 МОм.

5.9 Требования к типовым характеристикам электрических машин

5.9.1 Требования к показателям и условию определения типовых характеристик

В качестве типовых характеристик принимают:

а) усредненные характеристики, которые изготовитель должен представить после испытания следующего количества электрических машин установочной серии (или первой партии изготовления):

1) десяти тяговых двигателей;

2) четырех тяговых генераторов;

3) семи вспомогательных электрических машин;

4) всех электрических машин нового типа – в случае партии, состоящей из меньшего числа;

5) четырех электрических машин (тяговые двигатели и вспомогательные) городского транспорта;

б) для получения типовой характеристики коэффициента полезного действия (КПД) – четырех электрических машин.

Типовые характеристики тяговых двигателей постоянного и пульсирующего тока, получающих питание от контактной сети (непосредственно или через преобразователь), следует определять в диапазоне токов нагрузки от 1,7 номинального (или другого согласованного с заказчиком значения, в случае двух режимов принимают больший ток) до тока, соответствующего наибольшей частоте вращения электрической машины. Типовые характеристики следует определять на каждой ступени регулирования возбуждения.

Типовые характеристики тяговых двигателей тепловозов следует определять в диапазоне от наибольшего тока (в точках перехода при ослаблении поля) до тока, соответствующего наибольшей частоте вращения на каждой ступени регулирования возбуждения.

Установленные при квалификационных испытаниях электрических машин значения мощности, частоты вращения, напряжения и других параметров принимают в качестве гарантированных изготовителем номинальных, которые при необходимости корректируют после определения типовых характеристик.

Номинальные мощности и другие номинальные параметры электрических машин, получающих питание от контактной сети непосредственно или от преобразователя, устанавливают при номинальном напряжении, за исключением продолжительной мощности закрытых электрических машин, для которых она устанавливается по дополнительным требованиям.

5.9.2 Двигатели постоянного и пульсирующего тока

В качестве типовых характеристик двигателей постоянного и пульсирующего тока принимают:

а) зависимости от тока якоря при номинальном напряжении, номинальном возбуждении и всех рабочих ступенях регулирования возбуждения:

1) частоты вращения (скоростные характеристики);

2) вращающего момента на валу двигателя;

3) коэффициента полезного действия, который определяют через потери в двигателе;

б) зависимость отношения напряжения или ЭДС якоря к частоте вращения от тока возбуждения для различных токов нагрузки от холостого хода до 1,5 номинального в генераторном режиме (нагрузочные характеристики).

5.9.3 Тяговые двигатели постоянного тока, питающиеся от тягового генератора

Для тяговых двигателей, питающихся от тягового генератора, в качестве типовых характеристик принимают характеристики по 5.9.2, которые следует определять при изменении напряжения по внешней характеристике генератора при постоянной мощности. Характеристики определяют при изменении тока нагрузки от наименьшего, соответствующего наибольшему напряжению, до 1,5 от номинального.

5.9.4 Тяговые асинхронные двигатели

Для тяговых асинхронных двигателей в качестве типовых характеристик принимают:

а) зависимости от частоты вращения ротора:

- линейного напряжения электродвигателя;
- фазного тока статора;
- вращающего момента;
- мощности на валу;
- КПД;
- коэффициента мощности;
- скольжения;

б) зависимости:

- характеристики холостого хода, т.е. зависимости тока, потерь и коэффициента мощности двигателя от линейного напряжения, изменяемого от 1,2 до 0,2 номинального значения при номинальной частоте тока статора;
- характеристики короткого замыкания, т.е. зависимости тока, потерь, коэффициента мощности и вращающего момента двигателя от линейного напряжения, изменяемого от 0,25 номинального значения до нуля при номинальной частоте тока статора, не превышающего 1,3 номинального значения;
- вращающего момента и электрической мощности от частоты вращения ротора для двигателей, работающих в тормозном режиме.

Примечание – Указанные в перечислении а) зависимости линейного напряжения двигателя и фазного тока статора от частоты вращения должны быть построены как для действующего значения основной гармонической составляющей, так и для результирующего действующего значения с учетом высших гармоник.

5.9.5 Вспомогательные асинхронные двигатели

Для вспомогательных асинхронных двигателей при симметричном синусоидальном трехфазном напряжении в качестве типовых характеристик принимают:

- характеристику холостого хода;
- зависимость вращающего момента от скольжения;
- характеристику короткого замыкания.

5.9.6 Тяговые синхронные двигатели

Для тяговых синхронных (вентильных) двигателей в качестве типовых характеристик принимают при номинальном напряжении на входе преобразователя следующие зависимости:

а) зависимости от частоты вращения ротора:

- мощности;
- вращающего момента на валу двигателя;
- линейного напряжения;
- фазного тока статора;
- частоты питающего напряжения, подаваемого от преобразователя;
- КПД;
- коэффициента мощности;
- тока возбуждения;

б) зависимости:

- характеристики холостого хода, т.е. отношение линейного напряжения, изменяемого от 1,3 номинального значения до минимального к частоте вращения в зависимости от тока возбуждения при номинальной частоте вращения;
- характеристики короткого замыкания, т. е. зависимость фазного тока статора от тока возбуждения при номинальной частоте вращения;
- вращающего момента и электрической мощности от частоты вращения для двигателей, работающих в тормозном режиме.

Примечание – Допускается характеристики, указанные в перечислении а), строить в

функции фазного тока статора. Рекомендуется характеристики снять также для основной гармонической составляющей.

5.9.7 Тяговые и вспомогательные генераторы, возбудители

В качестве типовых характеристик принимают:

а) нагрузочные характеристики – зависимость отношения напряжения якоря к частоте вращения от тока возбуждения для различных токов нагрузки - от холостого хода до 1,5 номинального.

Примечания

1 При снятии нагрузочных характеристик для синхронных электрических машин, работающих с неуправляемыми преобразователями, в качестве напряжения или ЭДС якоря следует принимать напряжение на выходе преобразователя, а в качестве нагрузки – выпрямленный ток.

2 Вместо нагрузочных характеристик может быть использована характеристика холостого хода;

б) зависимость КПД от тока нагрузки при постоянной отдаваемой мощности и номинальной частоте вращения – для тяговых генераторов;

в) зависимость КПД от тока якоря при номинальной частоте вращения и номинальном напряжении – для вспомогательных генераторов;

г) зависимость КПД от тока якоря при номинальной частоте вращения и возбуждении, соответствующем номинальной мощности, – для возбудителей.

5.9.8 Синхронные вспомогательные генераторы и возбудители

Для синхронных вспомогательных генераторов и возбудителей переменного тока в качестве типовых характеристик принимают зависимости напряжения и КПД от тока нагрузки при номинальной частоте вращения и возбуждении, соответствующем номинальной мощности.

5.9.9 Типовые характеристики строят для температуры меди обмоток 150 ºС для всех классов изоляции, кроме характеристики холостого хода, которую строят при температуре, полученной при опыте.

Примечание – Если схемой предусмотрено постоянное включение резистора в цепи якоря (ротора), то типовые характеристики снимают с данным резистором.

5.10 Допускаемые отклонения характеристик электрических машин

5.10.1 Допускаемые отклонения частоты вращения двигателей постоянного и пульсирующего тока в точке номинального режима при номинальном возбуждении от частоты вращения, установленной по типовой характеристике, должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Допускаемые отклонения характеристик электрических машин разной мощности

Номинальная мощность двигателя, кВт	Допускаемые отклонения частоты вращения, %, не более
До 3 включ.	±7,5
Св. 3 до 40 включ.	±5,0
« 40 « 150 «	±4,0
« 150 и более	±3,0

Для двигателей мощностью свыше 3 кВт, работающих на подвижном составе городского рельсового и безрельсового транспорта индивидуально, допускаемое отклонение частоты вращения – до ±6 %.

5.10.2 Допускаемые отклонения частоты вращения двигателей постоянного и пульсирующего тока от частоты вращения, установленной по типовым характеристикам при наибольшей и наименьшей степенях возбуждения, должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Допускаемые отклонения частоты вращения двигателей при разной степени возбуждения

В процентах

Степень возбуждения	Допускаемые отклонения частоты вращения (не более)		
	Режим наибольшей частоты	Режим номинальной нагрузки	Режим наименьшей частоты
Наибольшая (полное поле)	±3,5	±3,0	±3,0
Между наибольшей и 50 % возбуждения	±5,0	±3,5	±3,0
Менее 50 %	±7,0	±6,0	±5,0

При этом для тяговых двигателей, получающих питание от контактной сети непосредственно или от преобразователя, верхний предел измерения частоты вращения принимают при токе:

а) которому по типовой скоростной характеристике соответствует частота вращения, равная

80 % наибольшей частоты вращения, и

б) равном 90 % наибольшего тока.

Для тяговых двигателей с независимым возбуждением значения отклонения частоты вращения должны быть не более указанных в таблице 5.4 и соответствовать ГОСТ 183 (пункт 1.20).

5.10.3 У двигателей, предназначенных для вращения в обе стороны, при токе, соответствующем номинальной мощности, и номинальной степени возбуждения разность между частотами вращения в одну и другую стороны, выраженную в процентах от среднего арифметического значения обеих частот вращения, принимают следующую:

- не более 5 % – для двигателей с номинальной мощностью до 40 кВт;
- не более 4 % – для двигателей с номинальной мощностью свыше 40 кВт без траверсы;
- не более 3 % – для двигателей с траверсой.

При этом допускаемые отклонения частоты вращения двигателей от номинальной не должны превышать указанных в таблице 5.3.

5.10.4 Допускаемые отклонения характеристик асинхронных вспомогательных электрических машин, не приведенные в настоящем стандарте, задают в зависимости от назначения машины по ГОСТ 183 (пункт 1.20), если иное не предусмотрено в требованиях заказчика.

5.10.5 Допускаемые отклонения параметров тяговых асинхронных двигателей при испытаниях:

а) допускаемые отклонения тока:

1) в режиме холостого хода для принятой зависимости напряжения двигателя от его частоты значение тока двигателя не должно отличаться от установленных значений по типовым характеристикам при испытании опытных образцов двигателей более чем на 10 % в любой принятой контрольной точке между 10 % и 100 % значениями максимальной частоты вращения;

2) в режиме короткого замыкания при неподвижном роторе значение тока двигателя не должно отличаться от установленного значения по типовым характеристикам более чем на 5 % при соответствующем напряжении и номинальной частоте тока;

б) допускаемые отклонения вращающего момента, потерь и превышения температуры:

1) вращающий момент в номинальном режиме работы тягового двигателя должен составлять не менее 95 % от значения по типовой характеристике;

2) потери электродвигателя при работе в принятом номинальном режиме не должны превышать значения по типовым характеристикам более чем на 15 %;

3) превышение температуры при испытаниях, проводимых при питании от синусоидального напряжения там, где требуется по условиям эксплуатации, не должно отличаться более чем на ±8 % от результатов, полученных по типовым характеристикам, определенным в соответствии с 5.9.1.

5.10.6 Допускаемые отклонения параметров тяговых и вспомогательных генераторов постоянного тока при испытаниях:

а) для тяговых генераторов изготовитель должен указывать наибольший ток возбуждения, соответствующий точке продолжительного режима;

б) напряжение тяговых генераторов при нагрузке и возбуждении, соответствующих продолжительному режиму при наибольшем напряжении и номинальной частоте вращения, не должно отличаться от номинального более чем на:

1) ±8 % – для генераторов номинальной мощностью до 100 кВт;

2) ±5 % – для генераторов с номинальной мощностью свыше 100 кВт.

Примечание – Допускается несимметричное расположение поля допуска при сохранении его значения до 10 %;

в) напряжение вспомогательных генераторов не должно отличаться от значения напряжения, соответствующего напряжению в номинальном режиме нагрузки генератора при наибольшем напряжении, более чем на ±10 %, а возбудителей на ±5 %.

5.10.7 Допускаемые отклонения тока возбуждения тяговых синхронных двигателей при испытаниях в режиме генератора:

- в режиме холостого хода, при работе двигателя генератором, ток возбуждения, обеспечивающий номинальное линейное напряжение при номинальной частоте вращения, не должен отличаться от заявленного значения, установленного по типовым характеристикам, более чем на ±15 %;
- в режиме короткого замыкания ток возбуждения, при котором обеспечивается номинальное значение фазного тока, не должен отличаться от заявленного значения, установленного по типовым характеристикам, более чем на ±5 %.

5.10.8 Допускаемые отклонения других параметров электрических машин – по ГОСТ 183 (пункт 1.20), если иное не предусмотрено в требованиях заказчика.

5.11 Параметры асинхронных вспомогательных электрических машин

5.11.1 Для асинхронных вспомогательных электрических машин, кроме расщепителей фаз,

устанавливают следующие параметры при питании номинальным трехфазным синусоидальным напряжением:

- номинальную продолжительную (или при заданной ПВ) мощность двигателя;
- величины начального пускового, максимального и минимального в процессе пуска вращающих моментов.

Примечание – Значения вращающих моментов устанавливают по результатам испытания опытных образцов;

- кратность пускового тока относительно номинального при номинальном напряжении не более 7,5 В, если не задано иное значение по условиям работы машины;
- номинальные ток и частоту вращения (или скольжение).

Значения этих параметров при изменении напряжения по 5.5.2 устанавливают в технических условиях на изготовление электрической машины.

5.11.2 Допускаемую нагрузку асинхронного двигателя по механической устойчивости и теплу определяют при предельных значениях напряжения и заданных параметрах его несимметрии по 5.5.3, 5.5.4.

Превышение температуры частей электрических машин при этой нагрузке не должно превышать значений, указанных в 5.7.

5.11.3 Допускаемые отклонения параметров асинхронных вспомогательных электрических машин – по ГОСТ 183 (пункт 1.20), если иное не предусмотрено в требованиях заказчика.

5.12 Требования к коммутации электрических машин

5.12.1 Тяговые двигатели должны иметь удовлетворительную коммутацию во всех режимах работы и быть рассчитаны на предельные режимы:

- наибольшую частоту вращения при наибольшем напряжении и наименьшей степени возбуждения;
- наибольший допускаемый пусковой ток, равный двойному часовому току.

Примечание – Для двигателей другого назначения могут быть заданы иные параметры предельных режимов;

- наибольшие допускаемые токи якоря в генераторном режиме при соответствующих этим токам частотах вращения, токах возбуждения и напряжениях, установленных для режима электрического торможения – для тяговых двигателей, предназначенных для работы на электроподвижном составе и тепловозах с электрическим торможением.

5.12.2 Коммутацию считают удовлетворительной, если степень искрения не превышает $1^1/_2$ балла по ГОСТ 183 (таблица 4) при испытаниях на постоянном токе в режимах испытания 1 – 6 по таблице 8.2 или в длительных рабочих режимах в пределах рабочих характеристик.

5.12.3 Для тяговых двигателей, предназначенных для работы на электроподвижном составе и тепловозах, при наличии электрического торможения должна быть определена область работы в режиме генератора со степенью искрения не выше $1^1/2$ балла.

5.12.4 Если по условиям работы двигателя предусмотрена нагрузка по току, превышающая двукратное значение часового тока, то степень искрения коллекторных машин при этих нагрузках должна обеспечивать их нормальную работу без дополнительной очистки коллектора и замены щеток.

5.12.5 Тяговые генераторы должны быть рассчитаны на наибольший допускаемый ток при номинальной частоте вращения и при напряжении, которое имеет место при этом токе по рабочей характеристике генератора (режим 5 по таблице 8.2).

5.12.6 Для тяговых двигателей, соединенных постоянно последовательно, степень искрения указывают на скоростной характеристике при наибольшей степени возбуждения и напряжении:

- равном 1,5 номинального напряжения по 5.4 для двигателей, питающихся от контактной сети непосредственно или через преобразователь;
- равном 1,5 наибольшего номинального напряжения по 5.4, которое приходится на каждый тяговый двигатель при питании от генератора тепловоза.

5.12.7 Для тяговых генераторов при работе в номинальных режимах с максимальной мощностью и с максимальной нагрузкой степень искрения не должна превышать $1^1/2$ балла.

5.12.8 Вспомогательные электрические машины должны быть рассчитаны на работу при номинальном напряжении на наибольший ток, равный 1,5 от номинального значения, если другое значение не оговорено заказчиком, и рассчитаны при этом токе на режим пуска установленным способом (режим 6 по таблице 8.2).

5.12.9 Электрические машины после испытания на повышенную частоту вращения должны иметь удовлетворительную коммутацию при всех токах, соответствующих рабочим характеристикам машин при обоих направлениях вращения – для реверсивных машин и в рабочем направлении – для

машин одного направления вращения.

После испытания в машине не должно быть каких-либо изменений, влияющих на ее работоспособность, биение коллектора и контактных колец не должно превышать значений, указанных в 5.14.2.

5.12.10 Тяговые и вспомогательные двигатели должны выдерживать испытания на внезапное исчезновение и восстановление питающего напряжения без переброса электрической дуги по коллектору, подгорания коллектора, не устраняемого протиранием с применением бензина, или других неисправностей, препятствующих дальнейшей эксплуатации двигателя.

5.12.11 После испытаний по проверке коммутации в машине не должно быть каких-либо изменений, влияющих на ее работоспособность (биение коллектора и контактных колец не должно превышать значений, указанных в 5.14.2, в конструкции электрической машины должны отсутствовать механические повреждения обмоток, подшипников, остова, якоря и других узлов, температурные деформации щеточного аппарата, повреждения и подгорания на поверхности коллектора, не устраняемые протиранием с применением бензина).

5.13 Требования при испытании на пуск

5.13.1 Двигатели с заторможенным якорем или ротором должны выдерживать пусковой ток в течение не менее 10 с.

5.13.2 Вспомогательные коллекторные двигатели в нагретом до рабочей температуры состоянии после испытаний на повышенную частоту вращения и проверку коммутации должны выдерживать пять пусков подряд способом, предусмотренным техническими условиями на подвижной состав, для которого предназначена электрическая машина.

5.13.3 После этих испытаний двигатели не должны иметь повреждений и нарушений в конструкции, препятствующих их дальнейшей эксплуатации, а коллекторные двигатели – следов подгара пластин коллектора, не устраняемых протиранием с применением бензина по ГОСТ 2084. Допускаются местные изменения цвета пластин.

5.14 Требования к конструктивному исполнению и технической документации на электрические машины

5.14.1 Роторы и якоря электрических машин должны быть динамически отбалансированы. Балансировку осуществляют без шпонок на валу, если шпоночное соединение не предусмотрено при работе машины в штатном режиме, в противном случае балансировку необходимо производить с полушпонкой. Значение остаточных дисбалансов – по классу G2,5 ГОСТ ИСО 1940-1, а для роторов тяговых двигателей с частотой вращения более 1800 мин$^{-1}$ – по классу G1,6. Допускаемые дисбалансы якорей электрических машин массой более 1000 кг устанавливают в зависимости от условий работы.

5.14.2 Радиальное биение на рабочих частях коллектора и контактных колец тягового двигателя по длине окружности на нагретой машине не должно быть более 0,03 мм при диаметре коллектора до 400 мм и 0,04 мм при диаметре коллектора более 400 мм (при разнице между биением в холодном и горячем состояниях не более 0,02 мм).

Для остальных электрических машин радиальное биение коллекторов устанавливают в зависимости от условий работы, но не более указанных.

5.14.3 Деформация корпуса и подшипниковых щитов собранных тяговых двигателей не должна вызывать недопустимого уменьшения зазоров в якорных и моторно-осевых подшипниках и нарушений их нормальной работы.

Конструкция подшипниковых узлов и их уплотнений должна обеспечивать сохранность смазки в подшипниковых камерах, исключать загрязнение смазки и проникновение влаги.

5.14.4 Допускаемый уровень механической вибрации, создаваемой самой электрической машиной, устанавливают по ГОСТ 20815. Для одно- и двухопорных тяговых генераторов допускаемое значение вибрации должно также соответствовать требованиям указанного стандарта.

Механическая вибрация электрической машины не должна превышать допускаемого значения при любой рабочей частоте вращения.

На электрических машинах следует предусматривать места для установки вибропреобразователей.

5.14.5 Конструкция тяговых двигателей должна позволять осуществлять механизированную обмывку железнодорожного подвижного состава с установленными двигателями и отдельно двигателя до его разборки.

5.14.6 Масса электрической машины определяется конструктивными параметрами, установленными в технических условиях на изготовление электрической машины.

5.14.7 Значения КПД, потерь, вращающего момента, скольжения и номинальной частоты вращения электрической машины, а также индуктивности и сопротивления обмоток в холодном и нагретом состоянии должны соответствовать установленным в технических условиях на изготовление электрической машины.

5.14.8 Значение тока часового или другого эквивалентного режима, соответствующее превышению температуры обмоток и других частей электрической машины, должно быть указано в технических условиях на изготовление электрической машины.

5.14.9 Расход воздуха для охлаждения электрической машины должен быть достаточным, чтобы не допустить превышения температуры обмоток и других частей машины за установленные пределы в часовом или эквивалентном ему режиме.

5.14.10 Значение тока статора асинхронных машин должен быть указано в технических условиях на изготовление электрической машины.

5.14.11 Значения тока возбуждения, электрического напряжения между концами вала синхронных электрических машин, коэффициента искажения синусоидальности напряжения, а также индуктивного сопротивления и постоянных времени обмоток должны быть указаны в технических условиях на изготовление синхронной электрической машины.

5.14.12 Коэффициент мощности, коэффициент обратной последовательности, а также время пуска расщепителя фаз задаются в технических условиях на изготовление электрической машины.

5.14.13 Характеристики электрических машин должны соответствовать типовым характеристикам по 5.9.

5.14.14 Асинхронные тяговые, а при необходимости и вспомогательные, электрические машины должны иметь места для установки датчиков частоты вращения ротора и датчиков температуры статорной обмотки. Допускается изготовление асинхронных электрических машин без датчиков.

5.15 Показатели надежности

5.15.1 В качестве основных показателей надежности электрических машин устанавливают:

- вероятность безотказной работы $P(t)$ или/и среднюю наработку на отказ за период с начала эксплуатации до первой плановой разборки T;
- среднее значение параметра потока отказов на 1 млн км пробега в период до первой плановой разборки ω_{L1};
- назначенный ресурс до первой плановой разборки машины со снятием ее с экипажа $T_{рп}$;
- назначенный ресурс до капитального ремонта с заменой изоляции $T_{рк}$;
- назначенный срок службы до списания $T_{сл}$.

Номенклатуру и значения показателей надежности электрических машин конкретных типов устанавливают по согласованию с заказчиком.

5.15.2 Срок службы электрических машин до списания следующих узлов: корпуса, подшипниковых щитов, букс моторно-осевых подшипников, сердечников статора, ротора, якоря и полюсов; втулок якоря, ротора, коллектора; конусов коллектора и вала двигателя устанавливают не менее:

а) для тяговых двигателей железнодорожного подвижного состава:

1) при опорно-осевом подвешивании коллекторного двигателя – 30 лет;

2) при опорно-рамном подвешивании коллекторного двигателя – 35 лет;

3) для всех двигателей бесколлекторных (переменного тока) – 35 лет;

б) для тяговых генераторов и вспомогательных электрических машин (постоянного, пульсирующего и переменного тока) – 25 лет;

в) для электрических машин городского транспорта:

1) рельсового – 20 лет;

2) безрельсового – 15 лет.

Для электрических машин, предназначенных на экспорт, допускается устанавливать другие сроки службы.

Срок службы остальных узлов электрических машин ограничивают по условиям их износа.

5.16 Показатели энергоэффективности

Показателями энергоэффективности электрических машин являются:

- коэффициент полезного действия (КПД), представляющий отношение полезной мощности на валу двигателя, выраженной в киловаттах, к активной мощности, потребляемой двигателем из сети, выраженной в киловаттах;
- КПД для генераторов представляет собой отношение отдаваемой электрической мощности к затрачиваемой механической мощности;
- коэффициент мощности, представляющий отношение потребляемой активной мощности, выраженной в киловаттах, к полной мощности, потребляемой из сети, выраженной в киловольт-амперах.

Показатели энергоэффективности электрических машин и их значения должны быть установлены в технических условиях на электрическую машину.

6 Требования защиты обслуживающего персонала и охраны окружающей среды

6.1 В конструкции электрических машин в соответствии с ГОСТ 12.2.007.1 (раздел 1) должна быть предусмотрена защита обслуживающего персонала от случайного соприкосновения с вращающимися частями и доступа к токоведущим частям. Для этого доступ внутрь электрической машины должен осуществляться через специальные люки в корпусе машины, которые в рабочем положении следует закрывать крышками с запорными устройствами, исключающими возможность самооткрывания люков под воздействием вибрации и ударов. Запорные устройства крышек следует изготавливать так, чтобы исключить травмирование рук при обслуживании. Конструкция электрической машины должна обеспечивать защиту обслуживающего персонала от поражения электрическим током в соответствии с классом 0I по ГОСТ 12.2.007.0.

Тяговый двигатель в соответствии с ГОСТ 12.2.007.1 (пункт 2.2.2) должен иметь устройства, исключающие падение его на железнодорожный путь при разрушении опорного узла. Должны быть предусмотрены устройства, исключающие самоотвинчивание болтовых соединений.

6.2 Для транспортирования электрические машины должны иметь приспособления (рым-болты, отверстия и т.п.) под крюки или под стандартные стальные канаты.

6.3 Щеткодержатели должны быть сконструированы таким образом, чтобы исключить травмирование пальцев рук при смене щеток.

6.4 Коллекторные камеры должны быть окрашены в светлые тона, токоведущие части – в тона, принятые для электротехнических установок.

6.5 Электрические машины должны быть спроектированы с учетом обеспечения удобного их технического обслуживания в эксплуатации и выполнения ремонта.

6.6 Электрические машины, расположенные вне кузова локомотива, МВПС и специального самоходного подвижного состава (ССПС), должны быть защищены от попадания внутрь посторонних предметов, пыли, дождя, снега и влаги и иметь степень защиты не ниже IP13 по ГОСТ 14254. Электрические машины, устанавливаемые в кузовах, должны иметь степень защиты не ниже IP21 по ГОСТ 14254.

6.7 Уровень шума электрической машины не должен превышать значений, установленных в национальных стандартах* государств-участников, указанных в предисловии.

6.8 Электрические машины не должны быть источником радиопомех, возникающих при искрении на коллекторе, и должны иметь экранирующую радиопомехи металлическую конструкцию статора и крышек на смотровых люках.

6.9 Пожарная безопасность электрической машины должна быть обеспечена размещенными на подвижном составе системами пожаротушения в соответствии с требованиями по ГОСТ 12.1.004 (разделы 1-3) и ГОСТ 12.1.044 (разделы 1,2).

6.10 В электрической машине должны быть применены трудногорючие (трудносгораемые) и (или) негорючие (несгораемые) покровные лаки и другие материалы по ГОСТ 12.1.044. Не должно быть подтеков смазки из подшипников и ее попадания во внешнюю среду и внутрь электрической машины.

6.11 Используемые компоненты (электрощетки, выводные кабели) должны быть такими, чтобы их можно было легко заменить с безопасной утилизацией удаленных компонентов. Периодичность замены щеток, масла и т.п. и методы утилизации отходов должны быть включены в инструкции по эксплуатации.

7 Правила приемки

7.1 Основные положения

7.1.1 Для проверки соответствия требованиям настоящего стандарта электрические машины следует подвергать приемо-сдаточным, периодическим и типовым испытаниям.

Для проверки соответствия требованиям технического задания на разработку электрические машины следует подвергать предварительным, приемочным и квалификационным испытаниям.

7.1.2 Программы испытания – последовательность и объем всех видов испытаний тяговых и вспомогательных электрических машин постоянного, пульсирующего и переменного тока приведены в таблице А.1 (приложение А) и таблицах Б.1-Б.3 (приложение Б):

---

* В Российской Федерации эти требования установлены в ГОСТ Р 53148 – 2008 (МЭК 60034-9:2003) «Машины электрические вращающиеся. Предельные уровни шума».

- таблица А.1 – программа испытания асинхронных расщепителей фаз;
- таблица Б.1 – программа испытаний электрических машин постоянного и пульсирующего тока;
- таблица Б.2 –программа испытаний асинхронных тяговых двигателей и вспомогательных электрических машин;
- таблица Б.3 – программа испытаний синхронных тяговых двигателей, тяговых генераторов и синхронных вспомогательных электрических машин (генераторов, возбудителей и подвозбудителей).

7.1.3 В целях подтверждения соответствия для испытаний по 8.2, 8.6, 8.12, 8.13 (только для вспомогательных машин), 8.16, 8.17, 8.20, 8.21, 8.22, 8.23, 8.24 отбирают два образца из не менее шести, изготовленных подряд, методом «вслепую» в соответствии с ГОСТ 18321.

Отобранные образцы должны быть идентифицированы. При проведении идентификации учитывают следующие характеристики электрических машин:

- наименование;
- тип;
- классификационная группировка;
- заводской номер;
- предприятие-изготовитель;
- дата изготовления;
- идентификационный номер;
- результаты внешнего осмотра упаковки и объекта испытаний.

7.1.4 Электрические машины считают выдержавшими испытания, если по всем показа-телям получены положительные результаты.

7.2 Приемочные испытания

7.2.1 Рекомендуемый объем приемочных испытаний приведен в таблице А.1 (приложение А) и таблицах Б.1 – Б.3 (приложение Б). Он может быть сокращен или увеличен по согласованию с заказчиком.

7.2.2 Число электрических машин, отбираемых для приемочных испытаний – по два образца для тяговых двигателей и генераторов, по два образца – для вспомогательных машин.

7.3 Квалификационные испытания

7.3.1 Квалификационные испытания проводят после приемочных на образцах из установочной серии новых типов электрических машин, а также при освоении производства электрических машин новым изготовителем. Их допускается совмещать с приемочными испытаниями.

7.3.2 Рекомендуемый объем квалификационных испытаний приведен в таблице А.1 (приложение А) и таблицах Б.1 – Б.3 (приложение Б).

7.3.3 Число электрических машин, отбираемых для квалификационных испытаний – два образца для всех типов электрических машин, а для определения типовых характеристик – количество машин, указанное в перечислении а) 5.9.1.

7.4 Приемо-сдаточные испытания

7.4.1 Приемо-сдаточным испытаниям подвергают каждую электрическую машину. Порядок и объем испытаний для электрических машин постоянного, пульсирующего и переменного тока приведены в таблицах Б.1 – Б.3 (приложение Б), для расщепителей фаз — в таблице А.1 (приложение А).

7.4.2 Если в процессе испытаний будут получены отрицательные результаты по одному из показателей, то должны быть определены причины их вызывающие и приняты меры к их устранению. Затем испытания должны быть повторены по этому показателю. При повторных отрицательных результатах электрическая машина бракуется.

7.5 Периодические испытания

Периодические испытания электрических машин проводят не реже одного раза в два года. Испытания проводятся согласно таблицам А.1 (приложение А) и Б.1 – Б.3 (приложение Б).

Число электрических машин, отбираемых для периодических испытаний – по два образца для тяговых двигателей и генераторов, по одному образцу – для вспомогательных машин.

Образцы отбирают из имеющихся в наличии у изготовителя электрических машин.

Электрические машины, отобранные для периодических испытаний, предварительно должны пройти приемо-сдаточные испытания.

Если образцы продукции не выдержали периодических испытаний, то приемку и отгрузку принятой продукции приостанавливают до выявления причин возникновения дефектов, их устранения и получения положительных результатов повторных периодических испытаний.

Повторные периодические испытания проводят в полном объеме периодических испытаний на доработанных (или вновь изготовленных) образцах продукции после устранения дефектов.

7.6 Типовые испытания

7.6.1 Типовые испытания проводят после внесения изменений в конструкцию или технологию изготовления электрических машин для оценки эффективности и целесообразности вносимых изме-

нений. Испытания проводят согласно таблицам А.1 (приложение А) и Б.1 – Б.3 (приложение Б).

7.6.2 Правила проведения типовых испытаний – по ГОСТ 15.309.

8 Методы испытаний

8.1 Общие требования к проведению испытаний

8.1.1 При проведении испытаний электрических машин должны быть соблюдены требования к методам, средствам и точности измерений по ГОСТ 26.203 и ГОСТ 11828 (класс точности измерений электрических величин и частоты вращения – не ниже 0,5) и учтены требования к методам измерений предприятий-изготовителей.

8.1.2 Перед началом любого вида испытаний проводят внешний осмотр электрической машины. При внешнем осмотре проверяют:

- комплектность тяговых электрических машин
- качество сборки узлов, затяжку болтов;
- правильность установки датчиков температуры, частоты;
- наличие смазки в камерах подшипников, отсутствие стуков, ударов, затираний в подшипниковых узлах путем проворота роторов при малых оборотах;
- отсутствие повреждений щеточно-коллекторного узла, загрязнений и механических повреждений изоляции видимых частей обмоток;
- соответствие требованиям конструкторской документации по установке щеткодержателей и щеток, зазора между щеткодержателем и коллектором, отсутствию заеданий при перемещении нажимных пальцев.

8.1.3 Испытания следует проводить при питании тем родом тока, для которого предназначена электрическая машина. Схемы, применяемые для испытаний, должны иметь характеристики, соответствующие характеристикам подвижного состава, для которого предназначен данный тип электрической машины.

8.1.4 При приемочных, квалификационных и периодических испытаниях характеристики тяговых двигателей переменного тока следует определять при питании от источника синусоидального напряжения и затем также определять при питании от преобразователя с использованием тех способов регулирования питающего напряжения, которыми они будут эксплуатироваться. По результатам испытаний устанавливают соотношения между параметрами двигателей с учетом источника питания.

8.1.5 Приемо-сдаточные испытания двигателей пульсирующего тока допускается проводить на постоянном токе в эквивалентном тепловом режиме, установленном при условии, что взаимосвязь между превышениями температуры на постоянном и пульсирующем токе определена при квалификационных испытаниях двигателей данного типа.

Приемо-сдаточные испытания трехфазных двигателей переменного тока допускается проводить при питании от источника синусоидального напряжения в эквивалентном тепловом режиме, установленном при квалификационных испытаниях двигателей данного типа.

8.1.6 Обмотки возбуждения электрических машин, предназначенные для питания от синхронного генератора через преобразователь, допускается испытывать с питанием от источника постоянного тока.

8.1.7 Для двигателей пульсирующего тока определяют при необходимости зависимость коэффициента пульсации тока от режима нагрузки.

8.2 Испытания на нагревание

8.2.1 Электрические машины испытывают полностью собранными со всем оборудованием, предназначенным для соответствующего способа охлаждения. При приемо-сдаточных и периодических испытаниях аэродинамическое сопротивление указанного оборудования допускается заменять эквивалентным аэродинамическим сопротивлением.

8.2.2 Все кожухи, сетки, жалюзи и тому подобные части, которые являются принадлежностью электрической машины и могут оказать влияние на охлаждение, при испытании должны быть установлены.

8.2.3 Электрические машины постоянного и пульсирующего тока могут быть испытаны методом взаимной нагрузки, причем одна из них должна работать двигателем, а другая – генератором. Если нагрузка генератора отличается от заданной нагрузки двигателя, выполняют корректировку превышений температуры. При приемо-сдаточных испытаниях режим считают действительным для обеих электрических машин.

8.2.4 Напряжение и ток следует устанавливать на электрической машине, работающей двигателем, если испытывают один или два двигателя, и на электрической машине, работающей генератором, если испытывают два как генератора.

8.2.5 Для тяговых синхронных генераторов допускается параметры часового режима определять в режиме короткого замыкания.

8.2.6 При испытании на нагревание с одновременной нагрузкой тягового и вспомогательного генераторов их суммарная активная мощность не должна превосходить номинальной мощности источника энергии, установленного на подвижном составе.

8.2.7 Двигатель с фазным ротором должен быть испытан также на нагревание в кратковременном режиме работы, чтобы температура статора достигла 150 °С. Измерения проводят на первых двух испытуемых электродвигателях. При изменении условий испытаний данную проверку выполняют повторно.

8.2.8 Испытание электрических машин на нагревание проводят с соблюдением требований, установленных в ГОСТ 11828 (раздел 10) и ГОСТ 7217 (раздел 6). Измерение температуры охлаждающего воздуха и измерение сопротивления обмоток постоянному току в холодном состоянии проводят по ГОСТ 11828 (раздел 3) и ГОСТ 10159 (раздел 3).

8.2.9 Измеренное значение сопротивления обмоток нагретой электрической машины должно быть приведено к сопротивлению при температуре 20 °С.

8.2.10 Испытание электрических машин на нагревание допускается выполнять в режимах:

- непосредственной нагрузки;
- взаимной нагрузки;
- косвенным методом – в режимах холостого хода и короткого замыкания;
- в режиме синхронного компенсатора (синхронных машин).

Режим непосредственной нагрузки допускается по согласованию с заказчиком выполнять в эквивалентном режиме при пониженном напряжении и токе, близком к номинальному, а также при номинальном напряжении и токе, меньшем номинального.

8.2.11 Превышение температуры обмоток, за исключением короткозамкнутых, следует измерять методом сопротивления.

8.2.12 Допускается измерение температуры частей электрической машины:

- термометром;
- заложенными и встраиваемыми термопреобразователями.

Для измерения температуры коллектора и контактных колец ротора применяют электрические контактные термометры. Метод заложенных термопреобразователей применяют при измерении температуры обмоток и активной стали на неподвижной части электрической машины как в процессе ее испытания, так и на протяжении всего срока службы.

8.2.13 Испытание на нагревание вспомогательных электрических машин переменного тока проводят при номинальном, наименьшем и наибольшем значениях питающего напряжения с учетом требований, указанных в 5.5.4.

При несимметрии напряжения определяют превышение температуры для той фазы, по которой протекает наибольший ток.

8.2.14 Для электрических машин с независимым, смешанным или регулируемым последовательным возбуждением значения напряжения на обмотке независимого возбуждения и тока в обмотке последовательного возбуждения, при которых проводят испытание на нагревание, должны быть заданы по условиям работы.

8.2.15 При квалификационных испытаниях первое измерение сопротивления обмотки якоря производят не позднее 45 с после отключения электрической машины и продолжают измерения на протяжении не менее 5 мин.

Время между последовательными измерениями в течение первых 3 мин не должно превышать 20 с, затем 30 с.

8.2.16 Во время испытания на нагревание электрических машин постоянного и пульсирующего тока постоянным током в часовом режиме работы последнее измерение сопротивления обмоток возбуждения следует производить сразу после завершения испытания, а в случае кратковременного испытания с перегрузкой – не ранее чем за 10 с до конца испытания.

8.2.17 Методы измерения температуры частей электрических машин, выполняемые после остановки, и способ экстраполяции – по ГОСТ 11828 (подраздел 2.5 и раздел 9).

8.2.18 Для остановки электрической машины в конце испытаний на нагревание рекомендуется применять способы, не требующие протекания через ее обмотки генераторного тока.

8.2.19 За начало отключения электрической машины следует принимать момент, когда цепь тока якоря, возбуждения и статора становится разомкнутой.

У электрической машины с независимой вентиляцией в этот момент вентиляция должна быть прекращена.

8.2.20 Для упрощения вышеуказанных методов при приемо-сдаточных испытаниях для серии из первых десяти тяговых и пяти вспомогательных электрических машин снимают кривые охлаждения

каждой обмотки в конце часового или повторно-кратковременного режима. Построенную по средним арифметическим значениям кривую охлаждения каждой обмотки считают типовой кривой охлаждения.

8.2.21 Если для приемо-сдаточных испытаний будет применена схема взаимной нагрузки, то кривые охлаждения снимают отдельно для двигателя и генератора.

8.2.22 Для каждой обмотки производят измерение сопротивления с отметкой времени, прошедшего с момента начала охлаждения. Полученное значение превышения температуры каждой обмотки сравнивают с соответствующей точкой типовой кривой охлаждения.

8.2.23 При отсутствии возможности доступа к наружной обойме подшипника качения допускается измерение температуры подшипника производить на крышке подшипника с соответствующей поправкой, установленной экспериментально.

8.2.24 Условия и объем испытаний на нагревание

8.2.24.1 Электрические машины, рассчитанные на часовую или другую кратковременную мощность, испытывают при этой мощности и номинальных параметрах.

8.2.24.2 Электрические машины постоянного и пульсирующего тока, рассчитанные на номинальную продолжительную или повторно-кратковременную мощность, испытывают при приемо-сдаточных испытаниях в течение 1 ч при номинальном напряжении (или номинальной частоте вращения для генераторов).

8.2.24.3 Тяговые двигатели, питающиеся от источника энергии, установленного на подвижном составе, испытывают при напряжении, полученном по внешней характеристике генератора при постоянной мощности и токе, дающем превышение температуры, соответствующее превышениям температуры при номинальных продолжительном или повторно-кратковременном режимах.

8.2.24.4 Электрические машины мощностью до 250 кВт с номинальным режимом работы более 30 мин допускается испытывать при приемо-сдаточных испытаниях в течение 30 мин при токе, дающем превышение температуры наиболее нагретой обмотки, соответствующее превышению температуры при номинальном режиме работы.

Примечание – Испытание на нагревание электрических машин мощностью более 250 кВт при повторных испытаниях и после планового ремонта (без замены подшипников) допускается по согласованию с заказчиком проводить в эквивалентном тепловом режиме в течение 30 мин.

8.2.24.5 При испытании в номинальном продолжительном режиме время, необходимое для достижения установившейся температуры, может быть сокращено за счет увеличения нагрузки или уменьшения расхода воздуха при условии, что номинальный режим поддерживается затем не менее 2 ч или до тех пор, пока не будет подтверждено, что установившаяся температура достигнута.

8.2.24.6 Тяговые генераторы переменного тока с номинальной мощностью свыше 100 кВт допускается испытывать в часовом режиме при коротком замыкании.

8.2.24.7 Построение сетки кривых нагревания и охлаждения тяговых двигателей постоянного и пульсирующего тока с независимой вентиляцией при квалификационных испытаниях проводят при токах от 0,4 до 1,6 номинального и расходе охлаждающего воздуха, равном 100 %, 75 %, 50 %, 25 % номинального и без вентиляции при токах, дающих превышение температур обмоток в продолжительном и часовом режимах в пределах температур, указанных в 5.7.1.

Для конкретного значения тока проводят режим нагревания с холодного состояния и определяют превышение температуры каждой обмотки в зависимости от времени нагрева.

8.2.24.8 Для тяговых двигателей с самовентиляцией построение сетки кривых нагревания и охлаждения проводят при токах от 0,4 до 1,6 номинального при открытых и закрытых боковых вентиляционных отверстиях.

8.2.24.9 Тяговые двигатели переменного тока с питанием от преобразователя допускается испытывать при снятии сетки кривых нагревания при токах от 0,4 номинального до наибольшего допустимого тока по условиям эксплуатации преобразователя, а при питании от источника синусоидального напряжения – при токах от 0,4 до 1,6 номинального.

8.3 Определение расхода охлаждающего воздуха (газа)

Методы испытаний по определению расхода продуваемого через электрическую машину охлаждающего воздуха (газа) – по ГОСТ 12259 (разделы 2-4).

8.4 Проверка частоты вращения и реверсирования

Проверку частоты вращения двигателей постоянного и пульсирующего тока проводят:

- при всех видах испытаний, кроме испытаний для подтверждения соответствия, по 5.10.1 (допускаемые отклонения частоты вращения при номинальном режиме работы);
- при квалификационных и периодических испытаниях на соответствие 5.10.2 (допускаемые отклонения частоты вращения при ослаблении возбуждения).

Проверку частоты вращения при заданных значениях наибольшего и наименьшего ослабления возбуждения по 5.10.2 следует проводить также при приемо-сдаточных испытаниях тяговых дви-

гателей в режимах номинальной и 80% наибольшей частоты вращения. Если необходимо и задано по условиям эксплуатации, то проверку следует проводить также для одного или нескольких значений в среднем диапазоне ослабления возбуждения.

Проверку реверсирования проводят на соответствие 5.10.3.

Проверку скольжения для асинхронных электрических машин проводят по ГОСТ 7217 (раздел 7) при питании симметричным трехфазным напряжением непосредственно после испытания на нагревание.

Измерение частоты вращения проводят средствами измерения класса точности не ниже 0,5 по ГОСТ 11828.

8.5 Проверка напряжения генераторов

Для тяговых генераторов проводят проверку наибольшего и наименьшего напряжения при номинальной частоте вращения.

Проверку напряжения для тяговых генераторов мощностью более 100 кВт допускается проводить при холостом ходе.

8.6 Испытание тяговых двигателей при повышенной частоте вращения

8.6.1 Испытание тяговых двигателей постоянного и пульсирующего тока проводят по ГОСТ 11828 (раздел 4) при частоте вращения, превышающей на 20 % наибольшую частоту вращения тягового двигателя.

8.6.2 В случае постоянно соединенных последовательно двух и более тяговых двигателей постоянного и пульсирующего тока испытания проводят по ГОСТ 11828 (раздел 4) при частоте вращения, превышающей на 30% наибольшую частоту вращения тяговых двигателей.

8.6.3 Испытание тяговых генераторов следует проводить при частоте вращения, превышающей на 20 % наибольшую.

8.6.4 Испытание тяговых двигателей переменного тока (не имеющих коллектора) следует проводить при частоте вращения, превышающей на 20 % наибольшую частоту вращения тягового двигателя.

8.6.5 Для тяговых генераторов в агрегатном исполнении с частотой вращения 3000 об/мин и выше при повышенной частоте вращения допускается испытывать отдельно ротор до сборки электрической машины.

8.6.6 Испытания проводят в течение 2 мин при повышенной частоте вращения на холостом ходу нагретой электрической машины, после чего в машине не должно быть каких-либо изменений, влияющих на ее работоспособность.

8.6.7 Частоту вращения необходимо измерять дистанционными или контактными тахометрами.

8.6.8 После испытаний при повышенной частоте вращения выполняют измерение биения коллектора и контактных колец. Измерение биения коллектора и контактных колец проводят по ГОСТ 10159 (раздел 17).

8.7 Испытание вспомогательных электрических машин при повышенной частоте вращения

8.7.1 Испытание вспомогательных электрических машин следует проводить при частоте вращения, превышающей на 20 % наибольшую частоту вращения.

8.7.2 Испытания проводят в течение 2 мин при повышенной частоте вращения на холостом ходу нагретой электрической машины, после чего в машине не должно быть каких-либо изменений, влияющих на ее работоспособность.

8.7.3 Частоту вращения рекомендуется измерять дистанционными или контактными тахометрами по ГОСТ 21339.

8.7.4 После испытаний при повышенной частоте вращения выполняют измерение биения коллектора и контактных колец.

8.8 Определение скоростных характеристик

Скоростные характеристики двигателей постоянного и пульсирующего тока, представляющие зависимость частоты вращения от тока нагрузки, определяют в соответствии с требованиями 5.9.2, 5.9.3 и по ГОСТ 11828 (раздел 4).

8.9 Определение нагрузочных характеристик электрических машин постоянного и пульсирующего тока

Определение нагрузочных характеристик (в том числе характеристики холостого хода) проводят на нагретой электрической машине в режиме генератора при данном токе нагрузки с уменьшением напряжения от наибольшего до минимального путем постепенного понижения тока возбуждения и поддержания необходимой нагрузки в соответствии с требованиями, указанными в 5.9.2, 5.9.3, 7.1.2.

8.10 Определение кривых распределения межламельных напряжений

8.10.1 Определение кривых распределения межламельных напряжений по окружности коллектора проводят в следующих режимах:

- для тяговых двигателей – при наибольшей частоте вращения, наименьшей степени возбуждения, наибольшем номинальном напряжении;

- для тяговых генераторов, возбудителей и вспомогательных генераторов тепловозов – при наибольшем номинальном напряжении и соответствующими токами возбуждения и нагрузки;

- для вспомогательных электрических машин – при номинальных параметрах.

8.10.2 При определении кривых распределения межламельных напряжений следует использовать один из следующих методов:

- регистрация формы и значения напряжения между двумя соседними коллекторными пластинами (измерительными комплексами, осциллографированием или другими методами, с передачей информации от устройств на вращающемся якоре бесконтактным способом или при помощи специальных измерительных щеток на коллекторе или на измерительных кольцах, подсоединенных к коллекторным пластинам);

- применение датчиков Холла, радиочастотных или других преобразующих устройств, устанавливаемых на поверхности или вблизи якоря, с последующим пересчетом полученных данных в межламельные напряжения;

- метод дифференцирования кривой распределения напряжения по окружности коллектора.

8.11 Определение потерь и коэффициента полезного действия

8.11.1 Определение коэффициента полезного действия (КПД, η) электрических машин – по ГОСТ 25941 (раздел 3).

8.11.2 Определение КПД электрических машин постоянного тока выполняют по методу непосредственной нагрузки или по методу отдельных потерь:

а) сумму потерь в электрической машине следует принимать состоящей из следующих слагаемых:

1) потери в меди обмоток якоря, обмоток добавочных полюсов, компенсационных обмоток и обмоток возбуждения;

2) механические потери на трение в подшипниках, на трение якоря электрической машины о воздух, на трение щеток о коллектор и потери на вращение встроенного в машину вентилятора;

3) магнитные потери при холостом ходе;

4) потери в переходных контактах щеток;

5) добавочные потери при нагрузке;

б) потери в меди обмоток определяют по току и измеренному сопротивлению, приведенному к температуре 150 °С;

в) механические и магнитные потери определяют на холостом ходу электрической машины при независимом возбуждении;

г) потери в переходных контактах щеток определяют из расчета падения напряжения на 3 В, если применяют щетки без шунтов, или на 2 В, если щетки с шунтами;

д) добавочные потери при нагрузке постоянным током принимают для тяговых генераторов и вспомогательных электрических машин по ГОСТ 25941 (разделы 2, 3, 6) , для тяговых двигателей – по таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Добавочные потери при нагрузке

В процентах

Ток от номинального	Добавочные потери от магнитных потерь при холостом ходе
20	22
60	23
80	26
100	30
130	38
160	48
200	65

Рекомендуется добавочные потери электрических машин при нагрузке постоянным током определять методом взаимной нагрузки.

8.11.3 Определение коэффициента полезного действия машин пульсирующего тока

8.11.3.1 КПД тяговых двигателей пульсирующего тока $\eta_{\sim}$ следует определять по формуле

$$\eta_{\sim} = \eta \frac{1}{1 + \frac{\sum P_{\sim}}{P_I}}, \qquad (8.1)$$

где η – коэффициент полезного действия при питании постоянным током;

P_I – полная мощность, подводимая к двигателю при работе на постоянном токе, кВт;

$\Sigma P_{\sim}$ – пульсационные потери, кВт.

8.11.3.2 Пульсационные потери двигателей пульсирующего тока следует определять при помощи малокосинусного электродинамического ваттметра, подключенного через воздушный трансформатор тока с компенсацией погрешности конденсатором, или другими средствами определения пульсационных потерь, в том числе с применением измерительно–вычислительных комплексов.

8.11.3.3 Измерительно-вычислительные комплексы и измерительные приборы должны соответствовать требованиям ГОСТ 26.203 и обеспечивать точность регистрации и расчета значений физических величин не ниже класса 0,5 по ГОСТ 8.401.

Измерять полную мощность, потребляемую двигателем на пульсирующем токе $P_{I\cong}$ и постоянном токе P_I, необходимо при неизменных частотах вращения и мощности на выводах нагрузочного генератора.

8.11.3.4 Добавочные потери от пульсации определяют по формуле

$$\sum P_{\sim} = P_{I\cong} - P_I . \qquad (8.2)$$

Мощности пульсирующего и постоянного тока $P_{I\cong}$ и P_I измеряют приборами, обеспечивающими требуемую точность при частотах до 500 Гц.

8.11.3.5 Допускается пульсационные потери $\Sigma P_{\sim}$ определять при пониженных напряжениях и частоте вращения, (или на неподвижной электрической машине) при токе и потоке, соответствующих номинальному режиму, или при питании двигателя от выпрямителя с обеспечением необходимого коэффициента пульсации тока.

8.11.3.6 Пульсации тока в схеме испытуемых электрических машин поддерживают в диапазонах, соответствующих зависимостям коэффициента пульсации от тока нагрузки на электроподвижном составе. Коэффициент пульсации определяют как выраженное в процентах отношение разности наибольшего и наименьшего значений пульсирующего тока к их сумме.

8.11.4 Коэффициент полезного действия асинхронных и синхронных двигателей определяют при питании от преобразователя.

8.11.4.1 КПД тяговых двигателей определяют при номинальном значении напряжения на входе двигателя в функции частоты вращения ротора. Допускается по согласованию с заказчиком определять его при питании от источника синусоидального напряжения.

При питании двигателя трехфазным синусоидальным симметричным напряжением добавочные потери определяют расчетным путем по ГОСТ 25941 (раздел 6).

8.11.4.2 Для асинхронных вспомогательных электрических машин КПД определяют при номинальной мощности и номинальном значении питающего трехфазного симметричного напряжения по ГОСТ 25941 (разделы 2, 3, 6).

8.11.4.3 Для одномашинных преобразователей, не имеющих свободного конца вала, в том числе мотор-генераторных агрегатов, не отдающих механическую энергию, используется метод непосредственного определения КПД по ГОСТ 25941 (раздел 3, подраздел 3.2).

8.11.4.4 При определении КПД допускается использовать другие методы, обеспечивающие необходимую точность измерения.

8.12 Проверка коммутации

8.12.1 Проверку коммутации проводят на нагретой до рабочего состояния электрической машине. Проверка включает в себя:

- визуальную оценку коммутации по степени искрения в соответствии с ГОСТ 183. Оценку коммутации допустимо выполнять с помощью видеокамер или по согласованию с заказчиком индикаторами и другими методами, обеспечивающими достоверную оценку степени искрения;
- определение в установившихся режимах зоны наилучшей коммутации (области безыскровой работы для машин с добавочными полюсами);
- испытания на внезапное исчезновение и восстановление питающего напряжения;
- определение влияния поля главных полюсов на коммутацию.

8.12.2 Проверку коммутации при приемо-сдаточных испытаниях следует проводить в режимах, указанных в таблице 8.2, визуально (непосредственно или с помощью видеокамер) на верхней скоростной характеристике при наибольшем напряжении по ГОСТ 6962, а при питании от тягового генератора – по регулировочной характеристике полной мощности.

Таблица 8.2 – Режимы проведения испытаний по оценке степени искрения электрощеток на коллекторе при наибольшем напряжении

Тип электрической машины	Режим испытания	Условия испытаний		
		Ток якоря	Частота вращения	Степень возбуждения
Тяговые двигатели	1	Номинальный	—	Наименьшая**
	2	-	Наибольшая	Наименьшая
	3	Наибольший пусковой*	—	Наименьшая**
	4	Наибольший при питании от генератора	—	Номинальная
Тяговые генераторы	5	Наибольший по 5.12.5	Номинальная	—
Вспомогательные электрические машины	6	Наибольший по 5.12.8	—	Соответствующая условиям работы в эксплуатации
	7	В режиме пуска	—	—

* Наибольший пусковой ток режима 3 – наибольший ток выхода на верхнюю скоростную характеристику или другой ток, согласованный с заказчиком.

** При квалификационных испытаниях режимы испытания 1 и 3 проводят также с наибольшей степенью возбуждения.

8.12.2.1 Испытания по каждому из режимов, приведенных в таблице 8.2, кроме режима 7, проводят в течение 30 с при каждом направлении вращения.

После достижения максимально допустимой частоты вращения напряжение запрещается повышать дальше (до наибольшего значения).

8.12.2.2 Испытания тяговых двигателей, питающихся от источника энергии, установленного на подвижном составе, по согласованию с заказчиком в режиме 3 по таблице 8.2 не проводят, в режиме 1 проводят с наибольшей степенью возбуждения.

8.12.2.3 Для тяговых двигателей городского электротранспорта с самовентиляцией испытания в режимах 2 и 3 таблицы 8.2 допускается проводить выборочно, 5 % двигателей каждого типа от общего выпуска в месяц. Результаты испытаний распространяются на все двигатели выпуска.

8.12.2.4 Перед проверкой коммутации при обратном направлении вращения электрическая машина должна проработать от 5 до 15 мин для достижения лучшего контакта между поверхностью щеток и коллектора. Щетки не смещают при изменении направления вращения электрической машины.

8.12.2.5 Для электрических машин, предназначенных для одного направления вращения, испытания следует проводить при рабочем направлении вращения в течение 1 мин.

8.12.2.6 Для тяговых генераторов с номинальной мощностью свыше 100 кВт проверку коммутации по согласованию с заказчиком допускается проводить при коротком замыкании.

8.12.2.7 Испытание в режиме 7 проводят путем пуска пять раз способом, соответствующим работе на электроподвижном составе, – только для коллекторных вспомогательных электрических машин, получающих питание от контактной сети непосредственно или через преобразователь.

8.12.3 Проверку коммутации при квалификационных испытаниях электрических машин постоянного тока следует проводить на постоянном токе, электрических машин пульсирующего тока – на постоянном и пульсирующем токах. Щетки должны быть притерты по всей поверхности. Проверку коммутации проводят при всех указанных в таблице 8.2 и 8.12.1 условиях и режимах.

8.12.3.1 Для тяговых двигателей локомотивов, МВПС и ССПС в режиме работы двигателем для четырех – пяти значений токов указывают класс коммутации на скоростных характеристиках для номинальной и наименьшей степени возбуждения в интервале рабочих токов при номинальном напряжении (или при постоянной мощности на выводах двигателя, питающегося от источника энергии, установленного на подвижном составе). При этом степень искрения не должна превышать 1½ балла по ГОСТ 183 (таблица 4).

8.12.3.2 Проверку коммутации вспомогательных двигателей и генераторов с указанием степени искрения проводят при нескольких значениях токов якоря и возбуждения, охватывающих всю область работы электрической машины, при наибольшем напряжении по 5.5.

8.12.3.3 Определение зоны наилучшей коммутации проводят на постоянном токе по ГОСТ 10159 (раздел 3).

Определение зон наилучшей коммутации вспомогательного генератора выполняют при наименьшей и наибольшей частотах вращения вала двигателя привода.

8.12.3.4 Испытанию на внезапное исчезновение и восстановление питающего напряжения подвергают тяговые и вспомогательные двигатели постоянного и пульсирующего тока с последовательным и смешанным возбуждением, питающиеся от контактной сети непосредственно или через преобразователь, за исключением двигателей городского транспорта.

Испытания проводят, отключая питающее напряжение при токе, соответствующем часовой мощности, а затем вновь его включают в интервале от 1,0 до 1,5 с.

Частота вращения двигателя должна поддерживаться постоянной.

При испытании обеспечивают при начальном номинальном токе следующие напряжения на двигателе (или на двигателе и сглаживающем реакторе, постоянно соединенных последовательно):

- не менее 1,2 номинального значения в момент повторного включения;
- не менее 0,9 номинального значения в течение всего времени переходного процесса до момента начала установившегося режима.

Условия испытания проверяют путем регистрации напряжения с применением измерительно-вычислительных комплексов, осциллографированием или другими способами.

Если в двигателе со смешанным возбуждением параллельное или независимое возбуждение преобладает над последовательным, то условия испытания согласовывают с заказчиком.

Для вспомогательных машин испытания проводят при номинальной мощности.

8.12.3.5 Испытание на внезапное исчезновение и восстановление питающего напряжения допускается проводить на железнодорожном подвижном составе под контактным проводом.

Испытания проводят три раза при наибольшем возбуждении и три раза при наименьшем с интервалами от 3 до 5 мин между испытаниями.

Если на электроподвижном составе имеется устройство, обеспечивающее автоматическую защиту двигателя в случае исчезновения питающего напряжения за время менее 1,5 с, то испытания следует проводить в течение этого времени.

Примечание – Если на электроподвижном составе предусмотрено устройство, обеспечивающее в случае исчезновения питающего напряжения разборку силовой схемы, то стендовые испытания допускается не проводить.

8.12.3.6 Для регулирования возбуждения применяют оборудование, используемое на подвижном составе.

8.12.4 Проверку влияния поля главных полюсов на коммутацию для электрических машин мощностью более 3 кВт следует проводить в режиме генератора при холостом ходе для четырех – пяти значений тока возбуждения и частот вращения, соответствующих рабочему диапазону напряжений. Для реверсивных электрических машин проверки следует проводить для обоих направлений вращения.

8.13 Испытания на пуск

8.13.1 Испытания тяговых двигателей проводят при токе, равном наибольшему пусковому току при трогании. Во время испытаний двигателей вентиляция должна соответствовать условиям эксплуатации.

Двигатели с заторможенным якорем или ротором должны выдерживать пусковой ток в течение 15 с.

8.13.2 Испытания тяговых двигателей постоянного и пульсирующего тока проводят постоянным током на нагретых двигателях после испытаний на повышенную частоту вращения и проверки коммутации. Испытания должны быть повторены четыре раза через 5 мин, причем якорь необходимо поворачивать каждый раз на $^1/_4$ полюсного шага в одном и том же направлении. Испытания допускается проводить при обесточенных обмотках возбуждения.

8.13.3 Вспомогательные коллекторные двигатели в нагретом до рабочей температуры состоянии после испытаний на повышенную частоту вращения и проверки коммутации должны выдерживать пять пусков подряд установленным изготовителем способом с интервалами между пусками 2 мин при наименьшем и наибольшем напряжении, создавая при этом вращающий момент, равный наибольшему моменту сопротивления, который имеет место в эксплуатации, и с маховой массой на свободном конце вала, эквивалентной массе приводимого механизма. Испытания вспомогательных коллекторных машин рекомендуется проводить со всей пусковой и защитной аппаратурой. Допустимо проводить эти испытания непосредственно на подвижном составе или совмещать со стендовыми испытаниями (в частности, с испытаниями на холодостойкость при эксплуатации).

Испытания на пуск вспомогательного асинхронного двигателя допускается в зависимости от условий работы выполнять от одного до пяти раз. После этих испытаний двигатели не должны иметь

повреждений и нарушений в конструкции, препятствующих их дальнейшей эксплуатации, а коллекторные двигатели – следов подгара пластин коллектора, не устраняемых протиранием с применением любого бензина по ГОСТ 2084. Допускаются местные изменения цвета пластин.

Пуск вспомогательных асинхронных двигателей осуществляют на симметричном трехфазном напряжении.

8.13.4 Пуск тяговых двигателей переменного тока (синхронных и асинхронных) осуществляют на симметричном трехфазном напряжении, если не задан пуск от преобразователя. Пуск тяговых двигателей от преобразователя частоты следует проводить согласно закону регулирования напряжения двигателя в соответствии с отношением его к частоте.

8.13.5 Пуск асинхронных вспомогательных двигателей при конденсаторной схеме питания проводят при суммарной емкости: рабочей и пусковой. Если в схеме предусмотрен расщепитель фаз, то испытания производятся при его наличии.

8.14 Определение характеристики затухания магнитных потоков полюсов

8.14.1 Для электрических машин локомотивов, МВПС и ССПС снятие характеристики затухания магнитного потока главных полюсов проводят с помощью регистрации кривой изменения во времени напряжения после отключения тока возбуждения на выводах тягового двигателя.

До отключения двигатель работает на холостом ходу с независимым возбуждением. Вращение испытуемого двигателя осуществляют другим двигателем с частотой от 0,8 до 1,2 номинальной.

Момент уменьшения отключаемого тока возбуждения до нуля определяют по графику кривой напряжения по осциллограмме или другим способом.

8.14.2 Характеристики затухания магнитного потока главных полюсов определяют при токе возбуждения 0,5; 1,0; 1,5 номинального и отсутствии всех резисторов, используемых для ослабления возбуждения.

8.14.3 Определение характеристики затухания магнитного потока добавочных полюсов проводят аналогично, но с поворотом траверсы на половину полюсного деления.

8.15 Определение индуктивности обмоток

Индуктивность обмоток коллекторных двигателей определяют по сопротивлению переменной составляющей тока частотой от 50 до 100 Гц, наложенной на постоянную составляющую. Для асинхронных и синхронных двигателей – по ГОСТ 10169 (разделы 19-23).

8.16 Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и между обмотками

8.16.1 Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и между обмотками проводят по ГОСТ 11828 (раздел 6) для двигателей с номинальным напряжением:

- до 500 В включительно – мегаомметром на 500 В;
- свыше 500 до 1000 В – мегаомметром на 1000 В;
- свыше 1000 В – мегаомметром на 2500 В.

8.16.2 Измерение сопротивления изоляции проводят:

- в холодном состоянии испытуемой машины до начала испытаний;
- в нагретом состоянии – после проведения испытаний на нагревание при сохранении последовательности испытаний, указанной в таблицах А.1 (приложение А) и Б.1 –Б.3 (приложение Б).

8.16.3 Сопротивление изоляции обмоток относительно корпуса и между обмотками измеряют поочередно для каждой независимой электрической цепи, имеющей отдельные выводы, при электрическом соединении всех остальных цепей с заземленным корпусом машины.

По окончании измерения сопротивления изоляции каждой электрической цепи остаточный заряд с токоведущих частей следует снять с помощью соединения их с заземленным корпусом машины в течение не менее 1 мин.

8.17 Испытание электрической прочности изоляции

Испытание электрической прочности изоляции проводят по ГОСТ 11828 (разделы 7, 8) на нагретой электрической машине при испытательных напряжениях, установленных в 5.6.

8.18 Испытания для определения параметров синхронных электрических машин

8.18.1 Испытания синхронных электрических машин переменного тока: синхронных тяговых двигателей, тяговых и вспомогательных генераторов, возбудителей и подвозбудителей выполняют по ГОСТ 11828, ГОСТ 10169 и программам испытаний, указанным в приложении Б.

Определение характеристики холостого хода при номинальной частоте вращения и симметричности напряжений – по ГОСТ 10169 (раздел 8).

8.18.2 Измерение электрического напряжения между концами вала тягового генератора – по ГОСТ 10169 и ГОСТ 11828 (раздел 12).

8.18.3 Определение номинальных токов возбуждения и относительного изменения наибольшего номинального напряжения – по ГОСТ 10169 (раздел 12).

8.18.4 Определение нагрузочных характеристик тягового генератора - по ГОСТ 10169 (раздел 11). Для тягового синхронного генератора, работающего на выпрямитель при номинальной частоте

вращения, в нагретом состоянии определяют зависимость отношения напряжения на выходе выпрямительной установки к частоте вращения от тока возбуждения для различных токов нагрузки в диапазоне от холостого хода до 1,5 номинального. Для генераторов мощностью выше 1500 кВт допускается определять нагрузочные характеристики расчетным путем.

8.18.5 Определение индуктивных сопротивлений и постоянных времени обмоток выполняют по ГОСТ 10169 (разделы 19-23):

- синхронного индуктивного сопротивления по продольной оси X_d;
- переходного индуктивного сопротивления по продольной оси X'_d;
- сверхпереходных индуктивных сопротивлений по продольной и поперечной осям X_d'' и X_q'';
- индуктивного сопротивления обратной последовательности X_2;
- постоянных времени обмотки возбуждения при разомкнутой обмотке якоря T_{d0} и при замкнутой накоротко обмотке якоря T_d.

8.18.6 Испытание механической прочности ударному току при внезапном коротком замыкании тягового генератора проводят при коротком замыкании на выводах генератора или на выводах выпрямительной установки при значении линейного напряжения, на 5 % превышающем наибольшее линейное. При этом осциллографируют или регистрируют другим способом фазный ток обмотки, ток возбуждения. После испытания генератор подлежит разборке для выявления механических повреждений. Соответствие машины требованиям механической прочности проверяют осмотром лобовых частей обмотки статора и их креплений до и после внезапного короткого замыкания.

8.18.7 Испытание на нагревание синхронных электрических машин выполняют по ГОСТ 10169 (раздел 16).

8.18.8 Характеристику трехфазного короткого замыкания определяют по ГОСТ 10169 (раздел 9).

8.18.9 Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения определяют по ГОСТ 10169 (раздел 13).

8.19 Испытания для определения параметров асинхронных электрических машин

8.19.1 Испытания асинхронных тяговых и вспомогательных двигателей выполняют по ГОСТ 7217 и программам испытаний, указанным в приложении Б.

8.19.2 Определение коэффициента мощности

Коэффициент мощности определяют при номинальной мощности, номинальном трехфазном симметричном напряжении по ГОСТ 7217 (раздел 7), а для тяговых двигателей – при питании от преобразователя с учетом фактического искажения формы напряжения и тока.

8.19.3 Испытание под током короткого замыкания

Двигатели в холодном состоянии при заторможенном роторе включают в симметричную трехфазную сеть:

- вспомогательные двигатели – на номинальное напряжение,
- тяговые двигатели – на пониженное напряжение и пониженную частоту с обеспечением наибольшего тока, предусмотренного при эксплуатации.

По истечении времени, согласованного с заказчиком, двигатели необходимо отключить и убедиться в отсутствии остаточных деформаций и других повреждений. Если время не указано, то его принимают равным 10 с при включении на напряжение, рассчитанное в соответствии с ГОСТ 7217. После испытаний двигатели должны оставаться пригодными к дальнейшей эксплуатации. Превышение температуры обмоток – не выше допускаемого по таблице 5.1. При необходимости двигатели должны быть разобраны для осмотра.

8.19.4 Определение тока и потерь холостого хода, тока и потерь короткого замыкания, а также испытание на кратковременную перегрузку по току следует проводить при испытании трехфазным симметричным напряжением по ГОСТ 11828 (разделы 2, 5) и ГОСТ 7217 (разделы 4 и 5).

8.19.5 Кривые вращающих моментов снимают одним из методов по ГОСТ 7217 (разделы 5, 8) при питании от трехфазной сети непосредственно, получая трехфазный ток от однофазной сети через преобразователь, расщепитель фаз или другим способом. При испытаниях измеряют: линейные напряжения, токи фаз, скольжение и, в зависимости от метода испытаний, другие величины, необходимые для расчета моментов.

8.20 Оценка величины вибрации электрических машин

8.20.1 Методы оценки величины вибрации электрических машин – по ГОСТ 20815.

При определении величины вибрации электрических машин массой более 2000 кг, кроме одноопорных тяговых генераторов, следует выполнять следующие требования:

- собственную частоту колебаний электрической машины определяют по ГОСТ 20815;
- виброизмерительные приборы должны обеспечивать измерения вибрационной скорости в диапазоне частот от 10 до 2000 Гц;
- масса узла крепления тягового двигателя должна быть минимальной.

8.20.2 Величину вибрации электрических машин при приемо-сдаточных, приемочных, квалификационных и периодических испытаниях измеряют на подшипниковых щитах по осям *X*, *Y* и *Z*, возможно, ближе к оси вращения. За ось *Z* принимают направление вдоль оси вращения якоря (ротора), за ось *Y* – вертикальное направление, за ось *X* – направление, перпендикулярное осям *Y* и *Z*.

Величину вибрации электрических машин с осевым разбегом ротора (якоря) в подшипниках измеряют по осям *X* и *Y*.

Оценку величины вибрации проводят:

- при приемочных, квалификационных, периодических испытаниях и испытаниях для подтверждения соответствия при работе электрической машины в режиме холостого хода с установившейся частотой вращения в диапазоне от 0,4 номинальной до наибольшей с интервалом от 0,1 до 0,2 от номинальной частоты;

- при приемо-сдаточных испытаниях при работе электрической машины в режиме холостого хода с установившимися номинальной и наибольшей частотами вращения;

- при вращении испытуемой электрической машины от постороннего двигателя через гибкую связь – для однофазных и индукторных электрических машин, не имеющих пусковых обмоток.

8.20.3 Оформляют результаты испытаний электрической машины в соответствии с ГОСТ 20815 протоколом испытаний с указанием типа и номера виброизмерительного комплекта.

8.21 Испытание на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам

8.21.1 Испытания проводят на специальных стендах при режимах испытаний по 8.21.5 на электрических машинах, прошедших приемо-сдаточные испытания.

8.21.2 Испытание на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам (ВВФ) проводят при приемочных испытаниях на одном опытном образце (допустимо совмещение с испытаниями для подтверждения соответствия). При положительных результатах в объем квалификационных эти испытания не включают, если внесенные изменения в конструкцию, рецептуру (замена материалов) или технологию изготовления не влияют на стойкость к механическим ВВФ.

8.21.3 Испытания электродвигателей с опорно-осевой подвеской следует проводить на стендах с креплением, предусмотренным конструкторской документацией. Допускается проводить испытания в составе колесно-моторного блока.

8.21.4 Электрические машины, предназначенные для установки в кузове или на подрессоренных частях тележки, следует крепить на приспособлении или непосредственно на платформе вибростенда с учетом возможных эксплуатационных положений.

Жесткость крепежных приспособлений должна быть такой, чтобы механические нагрузки передавались электрической машине с наименьшими искажениями.

8.21.5 Электрические машины подвергают испытаниям на стендах при следующих испытательных режимах:

а) тяговые двигатели с опорно-осевым подвешиванием при воздействии вибраций с амплитудами виброускорений 120 м/с^2 (вертикальная составляющая) при суммарном векторе (геометрическая сумма вертикальной, поперечной и продольной составляющих) до 155 м/с^2 при одной частоте диапазона от 10 до 100 Гц и воздействии механических ударов многократного действия в вертикальном направлении (12000 ударов) с пиковым ударным ускорением 220 м/с^2 длительностью от 2 до 30 мс и механических ударов одиночного действия в вертикальном направлении с пиковым ударным ускорением 280 м/с^2 длительностью от 2 до 30 мс (1000 ударов);

б) тяговые двигатели с опорно-рамным подвешиванием на тележке при воздействии вертикальной вибрации с амплитудой виброускорений 50 м/с^2 при одной частоте диапазона от 10 до 100 Гц и механических ударов одиночного действия в горизонтальном направлении (направление движения) с пиковым ударным ускорением 30 м/с^2;

в) электрические машины и генераторы при монтаже на подрессоренных частях тележки или в кузове при воздействии вертикальной вибрации с амплитудой виброускорения 30 м/с^2 при одной частоте диапазона от 10 до 100 Гц и механических ударов одиночного действия в горизонтальном направлении (направление движения) с пиковым ударным ускорением 30 м/с^2 .

Примечание – Для тяговых генераторов и агрегатов допускается проводить испытания на сборочных единицах;

г) электрические машины, устанавливаемые на поршневые двигатели и на компрессоры, испытывают по ГОСТ 17516.1 (таблица 1) и ГОСТ 16962.2 (разделы 1, 2) для групп исполнения М36 и М37.

Примечания

1 Требования для электрических машин, размещенных на поршневых двигателях или компрессорах, устанавливаются с 1 января 2012 г.

2 Электрические машины и генераторы, не имеющие жесткого сочленения с поршневыми дви-

гателями или компрессорами и установленные на общей с ними раме в кузове, допускается по согласованию с заказчиком испытывать в соответствии с перечислением в) 8.21.5 или фактической вибронагруженностью аналогов, но по нормам не ниже, чем по перечислению в) 8.21.5;

д) электрические машины городского рельсового и безрельсового транспорта при воздействии вертикальной вибрации с амплитудами виброускорения 15 м/с^2 при одной частоте диапазона от 10 до 55 Гц и воздействии механических ударов одиночного действия в вертикальном и горизонтальном направлении (направление движения) с пиковым ударным ускорением 30 м/с^2.

Примечание – В требованиях, установленных в перечислениях б), в), д), длительность пиковых ударов составляет от 2 до 20 мс (выполняют по три удара в противоположные стороны в горизонтальном направлении, а в перечислении д) – также в вертикальном направлении в одну сторону).

8.21.6 Продолжительность испытаний:

- тяговых электродвигателей – $50 \cdot 10^6$ циклов;
- остальных электрических машин – $25 \cdot 10^6$ циклов.

Измерение параметров вибрации и ударов производится в диапазоне частот:

- для тяговых электродвигателей – до 700 Гц;
- для электрических машин, устанавливаемых на поршневые двигатели и на компрессоры, – по ГОСТ 16962.2 для групп исполнения М36 и М37;
- для остальных электрических машин – до 100 Гц.

8.21.7 Определение резонансных частот конструктивных элементов тяговых электрических машин проводят методом ударного возбуждения свободных колебаний в диапазоне частот по 8.21.5, а для отдельных элементов тяговых электродвигателей с опорно-осевым подвешиванием до 700 Гц.

Определение резонансных частот проводят только для тех элементов, которые не удовлетворяют требованиям в части стойкости к воздействию вибрации и ударов в режимах по 8.21.5 с последующим подтверждением их стойкости к механическим ВВФ путем проведения повторных испытаний элементов по программе, согласованной с заказчиком.

8.21.8 Измерение виброускорения двигателей с опорно-осевой подвеской проводят на моторно-осевой части, остальных машин – на платформе стенда у одного из мест крепления электрической машины к платформе стенда. Амплитуду виброускорения и ударов следует поддерживать с допуском ± 20 %.

8.21.9 Частота вращения электрических машин должна быть близкой к номинальной. Испытания электрических машин проводят в режиме холостого хода. Питание электрических машин переменного тока следует производить симметричным трехфазным напряжением. Допускается проведение испытаний при других режимах, согласованных заказчиком и изготовителем в установленном порядке.

8.21.10 При испытаниях на вибропрочность допускаются перерывы в испытаниях при сохранении их общей продолжительности циклов по 8.21.6.

8.21.11 При внесении изменений в конструкцию или технологию изготовления сборочных единиц электрических машин, влияющих на вибропрочность, по согласованию с заказчиком допускается проводить испытания отдельных сборочных единиц.

8.21.12 В процессе испытаний электрические машины должны иметь технический уход, предусмотренный руководством по эксплуатации.

8.21.13 Электрическую машину считают выдержавшей испытания, если в процессе испытаний и после них не появились повреждения, нарушающие ее работоспособность, и она сохранила свои параметры в пределах значений, указанных в технической документации, которые подтверждаются приемо-сдаточными испытаниями по 7.4.

Образцы электрических машин, подвергнутые испытаниям на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам, дальнейшему использованию по назначению не подлежат.

8.22 Испытание на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам

8.22.1 Испытание на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам проводят на одной электрической машине, прошедшей приемо-сдаточные испытания.

Для тяговых электродвигателей, генераторов и агрегатов допускается проводить испытания на сборочных единицах.

При внесении изменений в конструкцию или технологию изготовления сборочных единиц электрических машин, влияющих на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам, допускается проводить испытание отдельных сборочных единиц.

8.22.2 Испытание на воздействие влажности воздуха

Испытание на воздействие влажности воздуха следует проводить методом 207–1 по ГОСТ 16962.1. При измерении сопротивления изоляции на поверхностях изделий, доступных внеш-

нему осмотру, не должно быть конденсированной влаги.

8.23 Испытание на воздействие температуры среды

8.23.1 Испытание на воздействие верхнего значения температуры среды при эксплуатации проводят одним из методов 201 ГОСТ 16962.1.

8.23.2 Испытание на воздействие нижнего значения температуры среды при эксплуатации проводят методом 203-1 по ГОСТ 20.57.406.

Допускается для электрических машин климатического исполнения ХЛ и УХЛ по ГОСТ 15150 испытания на воздействие верхнего (нижнего) значения температур при эксплуатации совмещать с испытаниями на воздействие изменения температуры среды.

8.23.3 Испытание на воздействие изменения температуры среды проводят для изделий климатического исполнения ХЛ и УХЛ по методу 205-4 ГОСТ 16962.1.

8.23.4 Испытание на воздействие инея и росы проводят по методу 206-1 ГОСТ 20.57.406. Допускается данный вид испытаний совмещать с испытаниями на воздействие нижнего значения температуры среды при эксплуатации и испытаниями на воздействие изменения температуры среды.

Изделия, испытуемые на воздействие влажности циклическим методом, испытанию на воздействие инея и росы по согласованию с заказчиком можно не подвергать.

8.24 Проверка степени защиты электрической машины

Проверка степени защиты – по ГОСТ 14254.

8.25 Измерение массы

Измерение массы проводят на весах* или динамометрами по ГОСТ 13837. Массу тяговых генераторов допускается определять путем суммирования массы сборочных единиц.

8.26 Оценка показателей надежности

8.26.1 Оценка показателей надежности по 5.15 должна быть проведена по статистике отказов в эксплуатации.

8.26.2 Определение ресурса до капитального ремонта по условиям износа трущихся и сопрягаемых поверхностей составных частей электрических машин, их усталостной прочности и ресурса изоляции при тепловом и электрическом старении проводят на макетах, отдельных узлах электрических машин или на электрических машинах в сборе на стендах в форсированных режимах, или по данным работы в эксплуатации.

8.27 Определение уровня шума

Испытания электрических машин для определения уровня шума проводят по ГОСТ 11929.

9 Транспортирование и хранение, маркировка, упаковка

9.1 Требования к транспортированию и хранению, консервации и упаковке

9.1.1 Хранение упакованных и/или законсервированных электрических машин осуществляют в неотапливаемых хранилищах согласно условиям хранения 2С и/или 3Ж3 по ГОСТ 15150.

9.1.2 Транспортирование электрических машин осуществляют автомобильным или железнодорожным транспортом согласно условиям ОЛ и Л по ГОСТ 23216.

9.1.3 Требования к консервации электрических машин – по ГОСТ 9.014 для группы изделий III-2.

9.1.4 Упаковка электрических машин должна предохранять их от повреждений при транспортировании. При необходимости должны быть приняты дополнительные меры, обеспечивающие сохранность подшипников качения, деталей коллекторно-щеточного узла и выводных кабелей. Применяют упаковку исполнения Л категории КУ-0 по ГОСТ 23216.

9.1.5 Тяговый электродвигатель должен допускать транспортировку подвижного состава при эксплуатации в обесточенном состоянии без подачи воздуха с максимально допустимой частотой вращения якоря (ротора).

9.2 Маркировка выводов обмоток

9.2.1 Маркировка выводов обмоток электрических машин – по ГОСТ 26772. Маркировку выводов следует выполнять так, чтобы при протекании тока в каждой обмотке от ее начала к концу направление вращения вала соответствовало заданному.

9.2.2 Нанесение обозначений на концы обмоток и на выводы производят непосредственно на концах обмоток, на выводах (на кабельных наконечниках, на концах шин или на специальных обжимах, плотно закрепленных к выводам обмотки, или в виде знаков на клеммной колодке), а также на коробке выводов или на корпусе электрической машины рядом с выводами.

9.3 Табличка электрической машины

---

* В Российской Федерации требования к весам установлены ГОСТ Р 53228—2008 «Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания».

На каждой электрической машине на видном месте ее несъемной части должна быть укреплена табличка по ГОСТ 12969, содержащая:

а) товарный знак предприятия-изготовителя;

б) наименование (род (двигатель, генератор и т.п.) и тип машины);

в) заводской номер электрической машины;

г) номинальное напряжение, а для тяговых двигателей и тяговых генераторов тепловозов – наибольшее и наименьшее напряжения продолжительного режима, V;

д) род тока (если не указан в наименовании машины);

е) номинальный ток, А;

ж) номинальную мощность, kW (кVA);

з) номинальный режим работы электрической машины;

и) номинальную частоту вращения, r/min;

к) наибольшую частоту вращения, кроме вспомогательных электрических машин, r/min;

л) номинальную частоту напряжения (для синхронных генераторов), Hz;

м) КПД;

н) коэффициент мощности – для асинхронных и синхронных электрических машин;

о) номинальную степень возбуждения (кроме электрических машин тепловозов);

п) класс изоляции обмоток;

р) степень защиты;

с) массу (без редукторов), kg (кг);

т) год выпуска;

у) обозначение настоящего стандарта или технических условий на электрическую машину конкретного типа.

Для тяговых двигателей магистральных электровозов по перечислениям е), ж), з), и), м), о) следует указывать данные для двух режимов – часового и продолжительного.

Заводской номер электрической машины следует наносить на корпусе машины, заводской номер якоря – на конце вала.

10 Указания по эксплуатации

К электрическим машинам должны быть приложены эксплуатационные и ремонтные документы в соответствии с ГОСТ 2.601 и ГОСТ 2.602:

- руководство по эксплуатации;
- инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке изделия;
- паспорт;
- каталог деталей и сборочных единиц (для партии, состоящей из не менее 10 машин);
- ведомость комплекта запасных частей, инструмента и принадлежностей (ЗИП);
- ведомость эксплуатационных документов;
- руководство по ремонту;
- чертежи ремонтные.

После установки электрической машины на подвижной состав ее эксплуатация осуществляется в соответствии с эксплуатационной документацией на этот подвижной состав.

11 Гарантии изготовителя

11.1 Гарантии, предоставляемые изготовителем

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие изготовляемых электрических машин требованиям настоящего стандарта при условии соблюдения правил транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

11.2 Гарантийный срок, предоставляемый изготовителем

Гарантийный срок эксплуатации – не менее 2 лет с начала эксплуатации электрических машин.

Гарантийный срок эксплуатации электрических машин, предназначенных для экспорта, – по дополнительному соглашению.

Приложение А
(обязательное)

Асинхронные расщепители фаз

А.1 Параметры асинхронных расщепителей фаз

А.1.1 Полная мощность в кВА (или мощность в кВт с указанием коэффициента мощности) симметричной трехфазной нагрузки, при которой расщепитель фаз допускает продолжительную работу в режиме со следующими номинальными параметрами: напряжением, частотой переменного тока, значением и характером токовой нагрузки, значением компенсирующей емкости.

А.1.2 Коэффициент обратной последовательности напряжений расщепителя фаз, который при холостом ходе, номинальном напряжении и отсутствии емкости должен быть по 5.5.4, но не более 10 %.

А.1.3 Пуск расщепителя фаз следует осуществлять путем применения фазосдвигающих устройств (конденсаторы, резисторы, реакторы). Время пуска при напряжении однофазной питающей сети 0,75 $U_н$ должно быть не более 10 с, если не установлены другие требования.

А.1.4 Номинальные ток, частоту вращения, КПД, пусковой ток, компенсирующую емкость, а также значения этих параметров задают при изменениях напряжения по 5.5.2.

А.1.5 Для асинхронных расщепителей фаз в качестве типовых характеристик принимают (при номинальном значении рабочей емкости):

- зависимость тока двигательной обмотки от подводимого однофазного напряжения при холостом ходе;
- зависимости линейных напряжений расщепителя фаз при холостом ходе от подводимого однофазного напряжения.

А.2 Программа по видам и последовательности испытаний

Программа по видам и последовательности испытаний асинхронных расщепителей фаз приведена в таблице А.1.

А.3 Методы испытаний асинхронных расщепителей фаз

Методы испытаний асинхронных расщепителей фаз – по ГОСТ 7217, ГОСТ 11828.

Если асинхронный расщепитель фаз, помимо электрической, имеет на валу механическую нагрузку (генератор управления, вентилятор и т.п.), составляющую более 7 % его номинальной мощности, то квалификационные испытания должны проводиться с этой нагрузкой.

Для определения КПД, коэффициента мощности, коэффициента обратной последовательности напряжений и скольжения должны быть сняты нагрузочные характеристики расщепителя фаз. Испытания проводят при изменении нагрузки от 0,25 до 1,5 номинальной при номинальном напряжении и наименьшем и наибольшем значениях напряжения однофазной сети по 5.5.2. Испытания проводят при заданном значении компенсирующей емкости. Нагрузка по своему характеру должна быть аналогична той, для питания которой предназначен расщепитель фаз. Если в качестве нагрузки расщепителя фаз предусматривают систему с асинхронными двигателями, то номинальная мощность каждого двигателя не должна превышать 50 % номинальной мощности расщепителя фаз, если иное не задано заказчиком.

Таблица А.1 – Программа испытаний асинхронных расщепителей фаз

Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)	Категория испытаний, номер структурного элемента			
	Приемочные/Квалификационные	Приемосдаточные	Периодические	Типовые
	7.2/7.3	7.4	7.5	7.6
1 Внешний осмотр (8.1.2/8.1.2)	+	+	+	+
2 Измерение сопротивления обмоток постоянному току в холодном состоянии (5.14.7/8.2.8)	+	+	+	+
3 Определение токов, линейных напряжений, коэффициента обратной последовательности, КПД, коэффициента мощности, скольжения в диапазоне нагрузок от 0,25 до 1,5 номинальной при изменении питающего напряжения по 5.5 (5.14.7 и 5.14.12/ А.5)	+	-	+	•

Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)	Категория испытаний, номер структурного элемента			
	Приемочные/Квалификационные	Приемосдаточные	Периодиче-ские	Типовые
	7.2/7.3	7.4	7.5	7.6
4 Испытание на нагревание в продолжительном режиме, определенном в А.4 при номинальном наименьшем и наибольшем по 5.5.2 значении питающего напряжения (5.7 /А.4)	+	-	+	+
5 Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и между обмотками (5.8/8.16)	+	+	+	+
6 Определение токов, линейных напряжений, потерь холостого хода, коэффициента мощности, коэффициента обратной последовательности напряжений при холостом ходе, при питании расщепителя однофазным током, при изменении напряжений по А.5.1 (5.14.12/ А.5.1)	+	-	+	●
6а Определение по п.6 токов, линейных напряжений, потерь холостого хода при номинальном напряжении (5.14.12/ А.5.1)	+	+	+	+
7 Определение токов, коэффициента мощности, потерь короткого замыкания (5.14.12 /А.3)	+	+	+	+
8 Определение времени пуска расщепителя фаз при наименьшем напряжении (5.14.12/ А.3)	+	+	+	+
9 Определение характеристики вращающего момента в процессе пуска. Для расщепителя фаз без выступающих концов вала это испытание рекомендуемое (5.14.7/8.19.3)	+	-	+	●
10 Испытание при повышенной частоте вращения (5.12.9/8.6 и 8.7)	+	-	+	+
11 Испытание на кратковременную перегрузку по току (5.13/8.13)	+	-	+	+
12 Измерение уровня вибрации (5.14.4/8.20)	+	+	+	+
13 Испытание электрической прочности междувитковой изоляции обмоток (5.6/8.17)	+	+	+	+
14 Испытание электрической прочности изоляции обмоток статора относительно корпуса электрической машины и между обмотками (5.6/8.17)	+	+	+	+
15 Испытание под током короткого замыкания (5.13.3/8.19.3)	+	-	+	●
16 Испытание на воздействие влажности воздуха (5.2.4/8.22.2)	+	-	+	●
17 Испытание на воздействие нижнего значения температуры среды при эксплуатации (5.2.2/8.23.2)	+	-	-	●
18 Испытание на воздействие инея и росы (5.2.4/8.23.4)	+	-	-	●
19 Испытание на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам (5.2.1/8.21)	+	-	-	●

Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)	Категория испытаний, номер структурного элемента			
	Приемочные/Квалификационные	Приемо-сдаточные	Периодические	Типовые
	7.2/7.3	7.4	7.5	7.6
20 Измерение уровня шума (6.7/8.27)	+	-	+	•
21 Измерение массы (5.14.6 /8.25)	+	-	-	•
22 Проверка степени защиты (6.6/8.24)	+	-	-	•

Примечание – В таблице применены следующие обозначения:
• – испытания можно не выполнять по согласованию с заказчиком;
+ – испытания выполнять;
- – испытания не выполнять.

В процессе испытаний измеряют линейные и фазные напряжения, токи и мощности каждой фазы, ток и мощность, потребляемые расщепителем фаз и трехфазной нагрузкой из однофазной сети, токи и суммарную мощность, потребляемые нагрузкой. Мощность, потребляемую трехфазной нагрузкой, следует измерять методом трех или двух ваттметров или трехфазным ваттметром. КПД расщепителя фаз η в процентах определяют по формуле

$$\eta = \left(1 - \frac{2\Delta P}{\sum P_{р} + \Delta P}\right) \cdot 100, \quad (A.1)$$

где ΔP – потери расщепителя фаз, определяемые как разность между мощностью, потребляемой из однофазной сети $P_с$, и мощностью, потребляемой трехфазной нагрузкой $\Sigma P_Н$, то есть ($\Delta P = P_с - \Sigma P_Н$);

$\Sigma P_р = P_{р1} + P_{р2} + P_{р3}$ – сумма показаний трех ваттметров, измеряющих мощности фаз расщепителя фаз.

При наличии механической нагрузки на валу расщепителя фаз КПД следует определять по формуле

$$\eta = \left(1 - \frac{2\Delta P}{\sum P_{р} + P_{м} + \Delta P}\right) \cdot 100, \quad (A.2)$$

где $P_м$ – мощность механической нагрузки на валу;

$\Delta P = P_с - \Sigma P_н - P_м$ – потери расщепителя фаз.

Допускается определять КПД расщепителя фаз и другими методами, обеспечивающими необходимую точность измерений.

Коэффициент мощности cos φ следует определять по формуле

$$\cos\varphi = \frac{P_с}{U_с I_с}, \quad (A.3)$$

где $P_с$ и $I_с$ – мощность и ток, потребляемые системой (расщепитель фаз и нагрузка) из однофазной сети;

$U_с$ – напряжение однофазной сети.

Коэффициент обратной последовательности напряжений k следует определять по формуле

$$k = \frac{U_2}{U_1} \cdot 100, \quad (A.4)$$

где U_1 – модуль линейного напряжения прямой последовательности при нагрузке;

U_2 – модуль линейного напряжения обратной последовательности при нагрузке.

Время пуска расщепителя фаз при наименьшем напряжении определяют методом прямого измерения времени измерительными приборами с точностью не ниже класса 0,5 по ГОСТ 8.401.

А.4 Испытание на нагревание

Испытание на нагревание расщепителей фаз, предназначенных для продолжительного режима работы, проводят при трехфазной электрической нагрузке, равной номинальной, при номинальном

значении напряжения однофазной сети и оптимальном значении компенсирующей емкости. Дополнительно проводят испытания на нагревание при повышенном и пониженном напряжениях однофазной сети по 5.5.2. Допускается проводить испытания на нагревание при включении на две фазы расщепителя фаз резисторов, реакторов, конденсаторов или их комбинаций из условий равенства соответствующих токов фаз расщепителя в рассматриваемом режиме и в режиме реальной трехфазной электрической нагрузки. Превышение температуры частей расщепителя фаз определяют аналогично асинхронным вспомогательным двигателям.

А.5 Определение токов, потерь, линейных напряжений, коэффициента мощности и коэффициента обратной последовательности напряжений

А.5.1 Испытания в режиме работы на холостом ходу

Расщепитель фаз подключают к однофазной сети. Перед испытанием расщепитель должен проработать без нагрузки в течение:

- 60 мин – расщепители фаз мощностью до 150 кВА;
- 120 мин – расщепители фаз мощностью свыше 150 кВА.

Снятие характеристик холостого хода следует осуществлять постепенным понижением приложенного к расщепителю напряжения однофазной сети, начиная с наибольшего напряжения, равного 130 % номинального, до наименьшего.

Измерения следует производить не менее чем для восьми значений напряжения однофазной сети. При приемо-сдаточных испытаниях время работы расщепителя фаз без нагрузки может быть сокращено:

- до 30 мин – для расщепителей фаз мощностью до 150 кВА;
- до 75 мин – для расщепителей фаз мощностью свыше 150 кВА.

Графическое изображение результатов испытания в режиме холостого хода – по ГОСТ 7217, с добавлением зависимости коэффициента обратной последовательности линейных и фазных напряжений в функции от напряжения холостого хода.

А.5.2 Испытания по определению токов, линейных напряжений при номинальных напряжении и нагрузке проводят по А.3.

А.5.3 Определение токов, потерь, коэффициента мощности короткого замыкания и испытание под током короткого замыкания проводят по пусковой схеме при заторможенном роторе. При испытании измеряют подводимое напряжение однофазной сети, токи фаз статора, потребляемую из сети мощность и сопротивление обмотки статора (непосредственно после испытания).

Одна из точек характеристик должна быть снята при номинальном напряжении или при напряжении, отличающемся от номинального не более чем на ±2,5 %.

Расщепители фаз в холодном состоянии должны выдерживать при номинальном напряжении стоянку под током короткого замыкания в течение 10 с, если по согласованию с заказчиком не установлено другое время. По истечении этого времени расщепители необходимо отключить и убедиться в отсутствии остаточных деформаций и других повреждений. После испытания расщепители фаз должны быть пригодны для дальнейшей эксплуатации. Превышения температуры обмоток – не выше допускаемых по таблице 5.1. При необходимости расщепители разбирают для осмотра.

Графическое изображение результатов испытания в режиме короткого замыкания в функции от напряжения $U_к$ выполняют для тока короткого замыкания $I_к$, потерь короткого замыкания $P_к$ и коэффициента мощности $\cos\varphi_к$.

Кратность начального пускового тока определяют как отношение начального пускового тока, потребляемого из однофазной сети, к наибольшему току фазы расщепителя при номинальном напряжении и номинальной мощности нагрузки.

А.5.4 Определение времени пуска расщепителя фаз при наименьшем напряжении следует проводить по пусковой схеме при наименьшем напряжении однофазной сети по 5.5.2. Если это напряжение не установлено, то его принимают равным 0,75 от номинального. Время пуска допускается измерять с помощью секундомера, по осциллограммам или по зарегистрированным другим способом кривым пусковых токов.

В процессе испытаний проверяют возможность пуска при любом положении ротора.

А.5.5 Снятие характеристики вращающего момента расщепителя фаз в функции скольжения проводят при включении расщепителя фаз по пусковой схеме при питании от однофазной сети по ГОСТ 7217 (раздел 5). Для расщепителей фаз без выступающих концов вала это испытание является рекомендуемым.

А.5.6 Испытание на кратковременную перегрузку по току проводят при номинальном напряжении однофазной сети по схеме, позволяющей получить токи в фазах расщепителя, равные 1,5 номинального тока. При этом допускается повышение напряжения до 10 % сверх номинального. Полуторакратную нагрузку по току получают путем включения на расщепители трехфазных асинхронных двигателей без конденсаторов, а также путем дополнительного включения резисторов и реакторов на

две соответствующие фазы.

Испытания на полуторакратную нагрузку по току в течение 2 мин рекомендуется проводить после испытаний расщепителей фаз по А.3.

А.6 Маркировка

Для расщепителей фаз маркировку выводов следует устанавливать в соответствии с таблицей А.2.

Таблица А.2 – Маркировка выводов расщепителя фаз

Вид обмоток	Маркировка выводов	
	Начало	Конец
1-я двигательная обмотка	С1	С4
2-я двигательная обмотка	С2	С5
Генераторная обмотка	С3	С6
Примечание – Промежуточные выводы обмоток следует обозначать буквой М с соответствующим индексом: первый вывод М1, второй – М2 и т.д.		

Приложение Б
(обязательное)
Программы испытаний электрических машин по видам испытаний

Б.1 Параметры проверок и испытаний

Б.1.1 В таблицах Б.1–Б.3 приведены программы по видам испытаний разных типов тяговых двигателей, генераторов и вспомогательных электрических машин.

Б.1.2 Нагрузочные характеристики (включающие характеристику холостого хода) тяговых двигателей постоянного и пульсирующего тока и синхронных двигателей определяют при токах якоря 0; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5 номинального значения в функции тока обмотки возбуждения, изменяемого от 0,25 до наибольшего значения.

Б.1.3 Для тяговых генераторов допускается вместо нагрузочных характеристик определять характеристику холостого хода.

Б.1.4 Для генераторов управления определяют внешнюю и регулировочную характеристики.

Б.1.5 Характеристики тяговых электрических машин переменного тока определяют по пункту 22 таблицы Б.2 и пункту 28 таблицы Б.3. Это зависимости линейного напряжения, фазного тока статора, вращающего момента, мощности на валу, КПД, коэффициента мощности, скольжения и других параметров от частоты вращения ротора, определяемые не менее чем по семи значениям в диапазоне от 0,1 до максимальной частоты вращения ротора, включая номинальную. Они указанны в перечислениях а) и б) 5.9.4 (асинхронные тяговые двигатели) и 5.9.6 (синхронные тяговые двигатели) настоящего стандарта.

Для асинхронных тяговых двигателей указанные характеристики строятся для принятых зависимостей линейного выходного напряжения преобразователя и мощности на валу двигателя от частоты тока или от частоты его вращения.

Б.1.6 Определяют рабочие характеристики асинхронных тяговых двигателей по пункту 23 таблицы Б.2: (зависимости тока статора, вращающего момента, частоты вращения, коэффициента мощности, КПД, относительного скольжения ротора от полезной мощности на валу при постоянном линейном напряжении и частоте тока статора). Эти характеристики определяют для не менее семи значений линейного напряжения и нескольких значений частоты тока статора, полученных из характеристик по пункту 22 таблицы Б.2 в диапазоне значений от 0,1 номинальной частоты тока статора до максимальной, включая номинальное значение.

Б.1.7 Определяют в режиме холостого хода асинхронного тягового двигателя (АТД) по пункту 6а таблицы Б.2 значения тока, потерь и коэффициента мощности в зависимости от линейного напряжения, изменяемого от 1,2 до 0,2 номинального значения, для пяти – семи значений при постоянной частоте тока статора. Указанные зависимости снимают для частот тока статора в диапазоне от 10 % до 100 % максимальной частоты (для не менее семи значений частоты).

Б.1.8 Определяют в режиме короткого замыкания АТД по пункту 8 таблицы Б.2 настоящего стандарта значения тока, потери, коэффициента мощности и вращающего момента в зависимости от линейного напряжения, изменяемого от 0,25 номинального значения до нуля, для пяти-семи значений напряжения при постоянной частоте тока статора, не превышающего 1,3 номинального значения.

Указанные зависимости снимают для частот тока статора в диапазоне от 10 % до 100 % максимальной частоты (для не менее семи значений частоты).

Б.1.9 Испытания тяговых электрических машин (тяговых двигателей и вспомогательных электрических машин) проводят при питании по схеме, предусмотренной на подвижном составе. Испытания электрических машин постоянного тока проводят при питании от источника постоянного тока. Допускается по согласованию с заказчиком проводить испытания двигателей пульсирующего тока от источника постоянного напряжения, а вспомогательных асинхронных двигателей – от источника синусоидального напряжения

При приемо-сдаточных испытаниях и для определения исходных значений характеристик двигателей допускается проводить испытания двигателей переменного тока от источника синусоидального напряжения.

Б.1.10 При агрегатном исполнении тягового и вспомогательного генераторов тепловозов испытания каждой электрической машины можно проводить раздельно, за исключением испытаний, которые требуется выполнять на собранном агрегате, например, таких как определение расхода охлаждающего воздуха, измерение уровня вибрации, измерение массы.

Б.1.11 Для асинхронных и синхронных тяговых двигателей, работающих в режиме электрического тормоза, должны для этого режима быть определены при квалификационных испытаниях также характеристики, представляющие зависимость вращающего момента и электрической мощности от частоты вращения ротора (пункт 22, таблица Б.2; пункт 28, таблица Б.3).

Б.1.12 Программы испытаний могут быть дополнены проверкой параметров датчиков частоты вращения и термодатчиков (при их наличии).

Б.3 Программы испытаний электрических машин

Таблица Б.1 – Программа испытаний электрических машин постоянного и пульсирующего тока

Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)	Тип ЭМ	Категория испытаний, номер структурного элемента			
		Приемочные/Квалификационные	Приемо-сдаточные	Периодические	Типовые
		7.2/7.3	7.4	7.5	7.6
1 Внешний осмотр ЭМ (8.1.2/8.1.2)	Все типы	+	+	+	+
2 Определение зависимости статического давления охлаждающего воздуха в контрольной точке за входом в электрическую машину от расхода продуваемого через нее воздуха (для электрических машин с независимой вентиляцией) (5.14.9/8.3)	Все типы	+	-	+ (кроме ВМ)	РВ
2а Определение зависимости полного давления охлаждающего воздуха в контрольной точке перед входом в электрическую машину от расхода продуваемого через нее воздуха (для электрических машин с независимой вентиляцией) (5.14.9/8.3)	Все типы	+	-	+ (кроме ВМ)	-
3 Измерение сопротивления обмоток постоянному току в холодном состоянии (5.14.7/8.2.8)	Все типы	+	+	+	+
4 Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса электрической машины и между обмотками в холодном состоянии (5.8/8.16)	Все типы	+	+	+	+
5 Определение тока часового или другого эквивалентного режима, соответствующего превышению температуры обмоток и других частей электрической машины при ее работе в номинальном режиме (5.14.8/8.2.)	Все типы	+	-	-	●
6 Испытание на нагревание при продолжительной, повторно-кратковременной или кратковременной мощности в зависимости от но-	Все типы	+	-	+	+

Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)	Тип ЭМ	Категория испытаний, номер структурного элемента			
		Приемочные/Квалификационные	Приемо-сдаточные	Периодические	Типовые
		7.2/7.3	7.4	7.5	7.6
минального режима (5.7/8.2.24)					
7 Испытание на нагревание в течение 1 ч или меньшего времени, если электрическая машина рассчитана на кратковременный режим работы (5.7/8.2.24)	Все типы	+	+	+	+
8 Проверка частоты вращения и реверсирования при номинальных значениях напряжения, токов нагрузки и возбуждения (5.10.2, 5.10.3/8.4)	Все типы	+	+	+	+
9 Проверка номинального (наименьшего и наибольшего) значения напряжения генератора при номинальной частоте вращения (5.10.6/8.5)	ТГ	+	+	+	+
10 Испытание при повышенной частоте вращения (5.12.9/8.6 и 8.7)	Все типы	+	+	+	+
11 Испытание электрической прочности междувитковой изоляции обмоток (5.6/8.17)	Все типы	+	+	+	+
12 Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и между обмотками на нагретой электрической машине (5.8/8.16)	Все типы	+	+	+	+
13 Измерение биения коллектора (5.14.2/8.6.8)	Все типы	+	+	+	+
14 Проверка коммутации (согласно таблице 8.2) (5.12/8.12)	Все типы	+	+	+	+
15 Определение класса коммутации на скоростных характеристиках (5.12/8.12)	Все типы	+	-	+	+
16 Определение зоны наилучшей коммутации (машин с добавочными полюсами) (5.12.11/8.12.3.3)	Все типы	+	-	+	●
17 Проверка влияния поля главных полюсов на коммутацию (5.12.11/8.12.4)	Все типы	+	–	–	+
18 Испытание на внезапное исчезновение и	Все типы	+	–	–	●

Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)	Тип ЭМ	Категория испытаний, номер структурного элемента			
		Приемочные/Квалификационные	Приемосдаточные	Периодические	Типовые
		7.2/7.3	7.4	7.5	7.6
восстановление питающего напряжения (кроме электрических машин городского транспорта) (5.12.10/ 8.12.3.4 и 8.12.3.5)					
19 Испытание электрической прочности изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками (5.6/8.17)	Все типы	+	+	+	+
20 Определение скоростных характеристик при номинальном напряжении на выводах двигателей и всех рабочих ступенях регулирования возбуждения (5.9.2 и 5.9.3/8.8)	ТД ВМ	+	-	+	+
21 Определение нагрузочных характеристик при разных значениях тока якоря и возбуждения. Для генераторов управления определяют внешнюю и регулировочную характеристики (5.9.2 и 5.9.3/8.9)	ТД ТГ ГУ	+	-	+	●
21а Определение характеристики холостого хода (5.9.2 и 5.9.3/8.9)	ТД, ТГ ГУ	+	-	+	●
22 Построение сетки кривых нагревания и охлаждения тяговых двигателей и тяговых генераторов, предназначенных для магистральных электровозов, тепловозов, электропоездов, а также тяговых двигателей городского транспорта (5.7.1/8.2.24.7 и 8.2.24.8)	ТД ТГ	+	-	–	●
23 Определение характеристик затухания магнитных потоков главных и добавочных полюсов на электрических машинах магистральных электровозов (5.12.11/8.14)	ТД, ВМ	+	-	–	●
24 Определение индуктивностей обмоток (5.14.7/8.15)	Все типы	+	-	–	●

Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)	Тип ЭМ	Категория испытаний, номер структурного элемента			
		Приемочные/Квалификационные	Приемо-сдаточные	Периодические	Типовые
		7.2/7.3	7.4	7.5	7.6
25 Определение кривых распределения межламельных напряжений по окружности коллектора машин мощностью более 3 кВт (5.12.11/8.10)	Все типы	+	-	–	●
26 Определение потерь, характеристики КПД и вращающего момента (5.9.2/8.11)	Все типы	+	-	+	+
27 Испытание на пуск (5.13/8.13)	Все типы	+	-	+	●
28 Испытание на воздействие влажности воздуха (5.2.4/8.22.2)	Все типы	+	-	+	●
29 Испытание на воздействие верхнего (нижнего) значения температуры среды при эксплуатации (5.2.2, 5.2.4/8.23.)	Все типы	+	-	-	●
30 Испытание на воздействие изменений температуры среды только для ЭМ климатического исполнения ХЛ, УХЛ, Т по ГОСТ 15150 (5.2.2, 5.2.4/8.23.3)	Все типы	+	-	–	●
31 Измерение уровня шума (6.7/8.27)	Все типы	+	-	+	●
32 Измерение уровня вибрации (5.14.4/8.20)	Все типы	+	+	+	+
33 Испытание на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам (5.2.1/8.21)	Все типы	+	-	–	●
34 Проверка степени защиты (6.6/8.24)	Все типы	+	-	–	●
35 Измерение массы (5.14.6/8.25)	Все типы	+	-	+	●

Примечание – В таблице применены следующие обозначения и сокращения:

+ – испытания выполнять;

– – испытания не выполнять;

● – испытания можно не выполнять, если не внесены изменения в конструкцию машины, влияющие на показатель;

РВ – определяется расход воздуха;

ТД – тяговый двигатель постоянного или пульсирующего тока;

ТГ – тяговый генератор постоянного тока;

ЭМ – любая электрическая машина (в том числе тяговые двигатели и генераторы);

ВМ – вспомогательная электрическая машина постоянного тока;

ГУ – генератор управления.

Таблица Б.2 – Программа испытаний асинхронных тяговых двигателей и вспомогательных электрических машин

Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)	Тип ЭМ	Категория испытаний, номер структурного элемента			
		Приемочные/Квалификационные	Приемосдаточные	Периодические	Типовые
		7.2/7.3	7.4	7.5	7.6
1 Внешний осмотр ЭМ (8.1.2/8.1.2)	Все типы	+	+	+	+
2 Определение зависимости статического давления охлаждающего воздуха в контрольной точке за входом в электрическую машину от расхода продуваемого через нее воздуха для машин с независимой вентиляцией (5.14.9/8.3)	АТД	+	-	+	РВ
2а Определение зависимости полного давления охлаждающего воздуха в контрольной точке перед входом в электрическую машину от расхода продуваемого через нее воздуха для машин с независимой вентиляцией (5.14.9/8.3)	АТД	+	-	+	-
3 Измерение сопротивления обмоток постоянному току в холодном состоянии (5.14.7/8.2.8)	Все типы	+	+	+	+
4 Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса электрической машины и между обмотками в холодном состоянии (5.8/8.16)	Все типы	+	+	+	+
5 Определение тока часового или другого эквивалентного режима (продолжительного, повторно-кратковременного или других режимов) по допустимому превышению температуры в номинальном режиме (5.14.8/8.2)	АТД	+	-	-	●
6. Испытания на холостом ходу с определением направления вращения, значения тока статора и потерь при номинальных напряжении и частоте тока статора (5.10.5 /8.19)	Все типы	+	+	+	+
6а Снятие характеристики холостого хода с определением значения тока, потерь и коэффициента мощности по Б.1.7 в зависимости от изменения линейного напряжения (5.10.5/8.19)	Все типы	+	-	+	●

Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)	Тип ЭМ	Категория испытаний, номер структурного элемента			
		Приемочные/Квалификационные	Приемосдаточные	Периодические	Типовые
		7.2/7.3	7.4	7.5	7.6
7 Определение в режиме короткого замыкания значения тока статора и потерь при номинальной частоте напряжения, обеспечивающем ток статора, равный номинальному или до 10 % выше номинального (5.10.5 /8.19)	Все типы	+	+	+	+
8 Определение в режиме короткого замыкания значения тока, потерь, коэффициента мощности и вращающего момента в зависимости от изменения линейного напряжения для различных частот тока статора в диапазоне от 10 % до 100 % максимальной частоты, если по частоте тока статора не предусмотрено иное (5.9.4/ 8.19)	АТД	+	-	+	●
9 Испытание на нагревание в продолжительном режиме (5.7/8.2)	Все типы	+	-	+	+
10 Испытание на нагревание в номинальном режиме (в течение 1 ч или меньшего диапазона времени, если машина рассчитана на кратковременный режим) (5.7/8.2)	Все типы	+	+	+	+
11 Испытание по 5.11.2 на допускаемую нагрузку по механической устойчивости и теплу (5.11.2/8.19)	АВМ	+	-	+	+
12 Определение эквивалентного тока часового или другого режима (продолжительного, повторно-кратковременного, кратковременного) по условиям нагревания при испытаниях в режиме короткого замыкания (5.14.8/8.2.24)	Все типы (кроме АВМ)	+	-	+	●
13 Испытание под током в режиме короткого замыкания (5.13.3/8.19.3)	Все типы	+	-	+	+
14 Испытание на кратковременную перегрузку по току (испытание на пуск) (5.13/8.13)	АВМ	+	-	+	+
15 Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и между обмотками на нагретой до рабочей температуры электрической машине (5.8/8.16)	Все типы	+	+	+	+

Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)	Тип ЭМ	Категория испытаний, номер структурного элемента			
		Приемочные/Квалификационные	Приемосдаточные	Периодические	Типовые
		7.2/7.3	7.4	7.5	7.6
16 Испытание при повышенной частоте вращения (5.12.9/8.6 и 8.7)	Все типы	+	+ Кроме АВМ	+	+
17 Измерение уровня вибрации (5.14.4/8.20)	Все типы	+	+	+	+
18 Испытание электрической прочности междувитковой изоляции обмоток (5.6/8.17)	Все типы	+	+	+	+
19 Испытание электрической прочности изоляции обмоток статора относительно корпуса электрической машины и между обмотками (5.6/8.17)	Все типы	+	+	+	+
20 Определение КПД, коэффициента мощности и скольжения в номинальном режиме (5.14.7/8.11.4, 8.4 и 8.19.2)	АВМ	+	-	+	●
21 Определение вращающих моментов при номинальном токе и номинальном и пониженном напряжении по 5.5.2 (5.14.7/8.19.5)	АВМ	+	-	+	●
22 Определение характеристик по 5.9.4 (5.14.13/8.19)	АТД	+	-	+	●
22а Определение характеристик по 5.9.5 (5.14.13/8.19)	АВМ	+	-	+	●
23 Определение рабочих характеристик (5.14.13/8.19, Б.1.6)	АТД	+	-	+	●
24 Построение сетки кривых нагревания и охлаждения обмоток тяговых двигателей (5.7.1/8.2.24.7, 8.2.24.8)	АТД	+	-	-	●
25 Определение индуктивности обмоток (5.14.7/8.15)	Все типы	+	-	+	+
26 Испытание на воздействие влажности воздуха (5.2.4/8.22.2)	Все типы	+	-	+	●
27 Испытание на воздействие верхнего (нижнего) значения температуры среды при эксплуатации (5.2.2/8.23.1 и 8.23.2)	Все типы	+	-	-	●
28 Испытание на воздействие изменений температуры среды, только для электрических машин климатического исполнения ХЛ, УХЛ, Т по ГОСТ 15150 (5.2.2/8.23.3)	Все типы	+	-	-	●
29 Испытание на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам	Все типы	+	-	-	●

Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)	Тип ЭМ	Категория испытаний, номер структурного элемента			
		Приемочные/Квалификационные	Приемосдаточные	Периодические	Типовые
		7.2/7.3	7.4	7.5	7.6
(5.2.1/8.21)					
30 Измерение уровня шума (6.7/8.27)	Все типы	+	-	-	•
31 Проверка степени защиты (6.6/8.24)	Все типы	+	-	–	•
32 Измерение массы (5.14.6/8.25)	Все типы	+	-	+	•

Примечание – В таблице применены следующие обозначения и сокращения:

+ – испытания выполнять;

– – испытания не выполнять;

• – испытания можно не выполнять, если не внесены изменения в конструкцию машины, влияющие на показатель;

РВ – определяется расход воздуха;

ЭМ – любая электрическая машина (в том числе тяговые двигатели и генераторы);

АТД – асинхронный тяговый двигатель;

АВМ – асинхронная вспомогательная электрическая машина.

Таблица Б.3 – Программа испытаний синхронных тяговых двигателей, тяговых генераторов и синхронных вспомогательных электрических машин (генераторов, возбудителей и подвозбудителей)

Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)	Тип ЭМ	Категория испытаний, номер структурного элемента			
		Приемочные/Квалификационные	Приемосдаточные	Периодические	Типовые
		7.2/7.3	7.4	7.5	7.6
1 Внешний осмотр ЭМ (8.1.2/8.1.2)	Все типы	+	+	+	+
2 Определение зависимости статического давления охлаждающего воздуха в контрольной точке за входом в электрическую машину от расхода продуваемого через нее воздуха для машин с независимой вентиляцией (5.14.9/8.3)	Все типы, кроме СВМ	+	-	+	РВ
2а Определение зависимости полного давления охлаждающего воздуха в контрольной точке перед входом в электрическую машину от расхода продуваемого через нее воздуха для машин с независимой вентиляцией (5.14.9/8.3)	Все типы, кроме СВМ	+	-	+	-
3 Измерение сопротивления обмоток постоянному току в холодном состоянии (5.14.7/8.2.8)	Все типы	+	+	+	+
4 Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса электрической машины и между обмотками в холодном состоянии (5.8/8.16)	Все типы	+	+	+	+
5 Определение тока часового или другого эквивалентного режима, соответствующего номинальному режиму (продолжительному, повторно-кратковременному или другому), по допустимому превышению температуры (5.14.8/8.2)	Все типы	+	-	-	●
6 Определение эквивалентного часового тока короткого замыкания по допустимому превышению температуры (5.14.7/8.18.7)	Все типы (кроме СВМ)	+	-	+	●
7 Испытание на нагревание при номинальной продолжительной мощности (5.7/8.2)	Все типы	+	-	+	+
8 Испытание на нагревание в течение 1 ч или меньшего времени, если машина рассчитана на кратковременный режим (5.7/8.2)	СТД	+	+	+	+

Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)	Тип ЭМ	Категория испытаний, номер структурного элемента			
		Приемочные/Квалификационные	Приемо-сдаточные	Периодические	Типовые
		7.2/7.3	7.4	7.5	7.6
9 Испытание на нагревание в течение 1 ч в режиме короткого замыкания с определением эквивалентного тока по условиям нагревания (5.7/8.2)	СГ	+	-	–	•
10 Испытание на нагревание в течение 1 ч в режиме короткого замыкания по пункту 9 таблицы Б.3 (5.7/8.2)	СГ	-	+	+	+
11 Определение характеристики установившегося трехфазного короткого замыкания при номинальной частоте вращения с одновременным испытанием на кратковременную перегрузку по току (5.13/8.18.8 и 8.13)	Все типы	+	-	+	+
12 Испытание при повышенной частоте вращения (5.12.9/8.6 и 8.7)	Все типы	+	+	+	+
13 Определение характеристики холостого хода и симметричности напряжения при номинальной частоте вращения и изменении напряжения от 1,3 номинального до минимального (5.5.4/8.18.1)	Все типы	+	-	+	•
14 Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и между обмотками на нагретой электрической машине (5.8/8.16)	Все типы	+	+	+	+
15 Испытание электрической прочности изоляции обмоток относительно корпуса и между обмотками (5.6/8.17)	Все типы	+	+	+	+
16 Испытание электрической прочности междувитковой изоляции обмоток (5.6/8.17)	Все типы	+	+	+	+
17 Измерение электрического напряжения между концами вала тягового генератора при номинальной частоте вращения в режиме холостого хода при наибольшем напряжении (5.14.11/8.18.2)	СГ	+	-	–	+
18 Измерение биения контактных колец (5.14.2/8.6.8)	Все типы	+	+	+	+
19 Измерение уровня вибрации (5.14.4/8.20)	Все типы	+	+	+	+
20 Определение тока возбуждения при номинальном напряжении (наименьшем и наиболь-	Все типы	+	-	+	•

Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)	Тип ЭМ	Категория испытаний, номер структурного элемента			
		Приемочные/Квалификационные	Приемо-сдаточные	Периодические	Типовые
		7.2/7.3	7.4	7.5	7.6
шем), номинальной нагрузке и частоте вращения (5.14.11/8.18.3)					
21 Определение тока возбуждения, обеспечивающего номинальное значение фазного тока при коротком замыкании (5.14.11/8.18.3)	СГ, СТД	+	+	+	●
22 Определение тока возбуждения, обеспечивающего номинальное линейное напряжение холостого хода при номинальной частоте вращения (5.14.11/8.18.3)	СТД, СВМ	+	+	+	●
23 Определение относительного изменения наибольшего номинального напряжения при номинальном токе возбуждения в продолжительном режиме (5.5/8.18.3)	Все типы	+	-	+	●
24 Определение потерь, КПД и коэффициента мощности (5.14.7/8.11.4, 8.4 и 8.19.2)	Все типы	+	-	+	●
25 Определение коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения при номинальных значениях линейного напряжения и частоты вращения (5.14.11/8.18.9)	Все типы	+	-	+	●
26 Определение нагрузочных характеристик при изменении тока нагрузки от холостого хода до 1,5 номинального (8.18.4/8.18.4)	Все типы,	+	-	+	●
27 Определение индуктивных сопротивлений и постоянных времени обмоток: синхронных и сверхпереходных индуктивных сопротивлений, индуктивного сопротивления рассеяния обмоток статора и ротора (5.14.11/8.18.5)	Все типы	+	-	-	●
28 Определение характеристик машин по 5.9 (5.14.13, 5.9/8.18)	Все типы	+	-	+	●
29 Определение скоростных характеристик при постоянном значении выпрямленного напряжения и принятом законе изменения тока возбуждения (5.9.6/8.18)	СТД	+	-	+	+
30 Построение сетки кривых нагревания и охлаждения обмоток (5.7.1/8.2.24.9)	СГ, СТД	+	-	-	●

Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)	Тип ЭМ	Категория испытаний, номер структурного элемента			
		Приемочные/Квалификационные	Приемосдаточные	Периодические	Типовые
		7.2/7.3	7.4	7.5	7.6
31 Испытание механической прочности ударному току при коротком замыкании (8.18.6/8.18.6)	СГ, СТД	+	-	-	●
32 Испытание на воздействие влажности воздуха. (5.2.4/8.22.2)	Все типы	+	-	+	●
33 Испытание на воздействие верхнего (нижнего) значения температуры среды при эксплуатации (5.2.2/8.23.1 и 8.23.2)	Все типы	+	-	-	●
34 Испытание на воздействие изменений температуры среды (5.2.2/8.23.3)	Все типы	+	-	-	●
35 Испытание на воздействие инея и росы, только для электрических машин климатического исполнения ХЛ, УХЛ по ГОСТ 15150 (5.2.4/8.23.4)	Все типы	+	-	-	●
36 Испытание на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам (5.2.1/8.21)	Все типы	+	-	-	●
37 Измерение уровня шума (6.7/8.27)	Все типы	+	-	+	+
38 Проверка степени защиты 6.6/(8.24)	Все типы	+	-	-	●
39 Измерение массы (5.14.6/8.25)	Все типы	+	-	+	●

Примечание – В таблице применены следующие обозначения и сокращения:

+ – испытания выполнять;

– – испытания не выполнять;

● – испытания можно не выполнять, если не внесены изменения в конструкцию машины, влияющие на показатель;

РВ – определяется расход воздуха;

ЭМ – любая электрическая машина (в том числе тяговые двигатели и генераторы);

СТД – синхронный тяговый двигатель;

СВМ – синхронная вспомогательная электрическая машина (генератор, двигатель).

СГ – синхронный тяговый генератор.

УДК 621.333:621313.33:621.3.048: 621.313.2:621.313.3:621.3.07: 621.313.32:621.3.04:621.3.049

МКС 29.280
45.060

Ключевые слова: электрические машины вращающиеся тяговые, тяговые двигатели, тяговые генераторы, вспомогательные машины, вспомогательные генераторы, классификация электрических машин, технические требования, методы испытаний, программы испытаний, характеристики, коммутация, электрическая прочность изоляции, частота вращения, нагревание, вращающий момент, потери и КПД

Подписано в печать 01.04.2014. Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 6,51. Тираж 31 экз. Зак. 1335.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

ИЗМЕНЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ К МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫМ СТАНДАРТАМ

29 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

МКС 29.280
45.060

Изменение № 1 ГОСТ 2582—2013 Машины электрические вращающиеся тяговые. Общие технические условия

Принято Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 125-П от 20.12.2019)

Зарегистрировано Бюро по стандартам МГС № 15020

За принятие изменения проголосовали национальные органы по стандартизации следующих государств: AM, BY, KG, RU, TJ, UZ [коды альфа-2 по МК (ИСО 3166) 004]

Дату введения в действие настоящего изменения устанавливают указанные национальные органы по стандартизации[1)]

Раздел 2. Исключить ссылки:

«ГОСТ 20.57.406—81 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний»;

«ГОСТ 183—74* Машины электрические вращающиеся. Общие технические условия»; сноску * исключить;

«ГОСТ 2084—77 Бензины автомобильные. Технические условия»;

«ГОСТ 16962.1—89 Изделия электротехнические. Методы испытаний на устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам»;

«ГОСТ 16962.2—90 Изделия электротехнические. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам»;

«ГОСТ 17516.1—90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам»;

«ГОСТ 20815—93 (МЭК 34-14—82)* Машины электрические вращающиеся. Механическая вибрация некоторых видов машин с высотой оси вращения 56 мм и более. Измерение, оценка и допустимые значения»; сноску * исключить;

«ГОСТ 24346—80 Вибрация. Термины и определения»;

заменить ссылки:

ГОСТ 2.114—95 на ГОСТ 2.114—2016,

ГОСТ 2.601—2006 на ГОСТ 2.601—2013*,

Дополнить сноской:

«———————

* На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 2.601—2019»;

ГОСТ 2.602—95 на ГОСТ 2.602—2013,

ГОСТ 12.1.044—89 на ГОСТ 12.1.044—89 (ИСО 4589—84),

ГОСТ 14254—96 на ГОСТ 14254—2015 (IEC 60529:2013),

ГОСТ 20459—87 (МЭК 34-6—69) на ГОСТ 20459—87 (МЭК 34-6—69)*;

дополнить сноской:

«———————

* На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 60034-6—2012 «Машины электрические вращающиеся. Часть 6. Методы охлаждения (Код IC)»;

ГОСТ 15543.1—89. Заменить слова: «Изделия электротехнические» на «Изделия электротехнические и другие технические изделия»;

ГОСТ 23875—88 дополнить знаком сноски — **;

дополнить сноской:

«———————

** На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 54130—2010 «Качество электрической энергии Термины и определения»;

———————

[1)] Дата введения в действие на территории Российской Федерации — 2020—04—01.

дополнить ссылками:

«ГОСТ ИСО 10816-1—97 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 1. Общие требования»;

«ГОСТ 30630.0.0—99 Методы испытаний на стойкость к внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Общие требования»;

«ГОСТ 30630.1.3—2001* Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие ударов»;

дополнить сноской — *:

«———————

* На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51371—99 «Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие ударов»;

«ГОСТ 30630.2.1—2013 Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на устойчивость к воздействию температуры»;

«ГОСТ 30631—99 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации»;

«ГОСТ 31814—2012 Оценка соответствия. Общие правила отбора образцов для испытаний продукции при подтверждении соответствия»;

«ГОСТ 33943—2016 Надежность железнодорожного тягового подвижного состава. Термины и определения»;

«ГОСТ IEC 60034-1—2014 Машины электрические вращающиеся. Часть 1. Номинальные значения параметров и эксплуатационные характеристики»;

«ГОСТ IEC 60034-9—2014 Машины электрические вращающиеся. Часть 9. Пределы шума»;

«ГОСТ IEC 60034-14—2014 Машины электрические вращающиеся. Часть 14. Механическая вибрация некоторых видов машин с высотами вала 56 мм и более. Измерение, оценка и пределы жесткости вибраций».

Раздел 3. Дополнить ссылкой: «ГОСТ 33943».

Пункт 3.22 изложить в новой редакции:

«3.22 **вибрационная прочность (вибропрочность):** Свойство изделия сохранять работоспособное состояние после воздействия на него механических внешних воздействующих факторов в пределах заданных значений».

Раздел 3 дополнить пунктами — 3.25 и 3.26:

«3.25 **нагретое состояние электрической машины:** Тепловое состояние электрической машины, завершившей работу в номинальном режиме.

3.26 **наибольшая номинальная частота вращения тягового и вспомогательного генератора, возбудителя:** Частота вращения, соответствующая номинальному режиму, имеющему большее ее значение (для генераторов и возбудителей, имеющих несколько номинальных режимов)».

Раздел 5. Пункты 5.2.1, 5.2.2 изложить в новой редакции:

«5.2.1 Электрические машины в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам (ВВФ) должны сохранять работоспособность при (в процессе) и после воздействия механических ВВФ в эксплуатации, виды, значения и сочетания которых установлены в настоящем стандарте. При этом механические ВВФ считают приложенными к электрической машине в местах ее крепления.

Электрические машины в зависимости от типа и места установки на железнодорожном подвижном составе должны быть рассчитаны на работу при воздействии механических ВВФ с номинальными значениями параметров (группы механического исполнения электрических машин, в обобщенном виде отражающие условия эксплуатации):

а) тяговые двигатели с опорно-осевым подвешиванием:

1) вибрация с суммарной амплитудой (пиковым значением) виброускорений 120 м/с^2 (вертикальная составляющая) при суммарном векторе суммарных амплитуд (пиковых значений) виброускорений (геометрическая сумма вертикальной, поперечной и продольной составляющих) до 155 м/с^2 в диапазоне частот от 10 до 100 Гц;

2) механические удары многократного действия в вертикальном направлении с пиковым ударным ускорением 220 м/с^2 и длительностью действия ударного ускорения от 2 до 20 мс;

3) механические удары одиночного действия в вертикальном направлении с пиковым ударным ускорением 280 м/с^2 и длительностью действия ударного ускорения от 2 до 20 мс;

б) тяговые двигатели с опорно-рамным подвешиванием на тележке:

1) вертикальная вибрация с суммарной амплитудой (пиковым значением) виброускорений 50 м/с^2 в диапазоне частот от 10 до 100 Гц;

2) механические удары одиночного действия в горизонтальном направлении (направление движения) с пиковым ударным ускорением 30 м/с^2 и длительностью действия ударного ускорения от 2 до 20 мс;

в) электрические машины при монтаже на подрессоренных частях тележки, кроме тяговых двигателей с опорно-рамным подвешиванием, и кузова:

1) вертикальная вибрация с суммарной амплитудой (пиковым значением) виброускорений 30 м/с^2 в диапазоне частот от 10 до 100 Гц;

2) механические удары одиночного действия в горизонтальном направлении (направление движения) с пиковым ударным ускорением 30 м/с^2 и длительностью действия ударного ускорения от 2 до 20 мс;

г) электрические машины при монтаже на подрессоренных частях тележки, кроме тяговых двигателей с опорно-рамным подвешиванием, и кузова, предназначенные только для конкретных типов приводного оборудования и конкретных типов железнодорожного подвижного состава или групп приводного оборудования и железнодорожного подвижного состава, — по ГОСТ 30631 (пункты 4.7— 4.9);

д) электрические машины городского транспорта (рельсового и безрельсового):

1) вертикальная вибрация с суммарной амплитудой (пиковым значением) виброускорений 15 м/с^2 в диапазоне частот от 10 до 55 Гц;

2) механические удары одиночного действия в горизонтальном направлении (направление движения) с пиковым ударным ускорением 30 м/с^2 и длительностью действия ударного ускорения от 2 до 20 мс.

5.2.2 Электрические машины должны обеспечивать работу на высоте до 1200 м над уровнем моря при температуре окружающего воздуха от минус 50 °С до плюс 40 °С. По дополнительному требованию электрические машины могут быть изготовлены для работы при других условиях эксплуатации (температуре окружающего воздуха и высоте над уровнем моря). Электрические машины, установленные внутри кузова подвижного состава, должны обеспечивать работу во всем диапазоне рабочих температур в кузове подвижного состава».

Подпункт 5.6.1.9 изложить в новой редакции:

«5.6.1.9 Для тяговых генераторов, тяговых двигателей и электрических машин, не связанных с контактной сетью, напряжение *U* равно:

- наибольшему выпрямленному напряжению тягового генератора при продолжительной мощности — для тяговых электроприводов, содержащих выпрямитель или выпрямительно-инверторный преобразователь;

- наибольшему напряжению источника питания двигателей — для электроприводов постоянного или переменного тока, не содержащих преобразователи».

Пункт 5.6.3. Перечисления изложить в новой редакции:

«- для тяговых двигателей и вспомогательных электрических машин постоянного и переменного тока — на 50 % выше номинального (наибольшего, если несколько номинальных значений);

- для тяговых генераторов — на 12 % выше наибольшего номинального;

- для синхронных вспомогательных генераторов и возбудителей — на 12 % выше наибольшего номинального»;

дополнить абзацем:

«Для электрических машин, у которых при напряжении на 50 % выше номинального (наибольшего, если несколько номинальных значений) ток холостого хода может превышать номинальный, длительность испытаний может быть сокращена до 1 мин».

Пункт 5.7.1. Второй абзац. Заменить ссылку: «ГОСТ 183 (пункт 1.14)» на «ГОСТ IEC 60034-1 (подраздел 8.10)».

Пункт 5.7.6 изложить в новой редакции:

«5.7.6 Предельная допускаемая температура подшипников качения электрических машин — 100 °С. Допускается по согласованию с заказчиком применение подшипников качения с максимальной температурой — 120 °С».

Пункт 5.8.1. Первый абзац. Исключить слова: «сопротивление изоляции»;

второй абзац изложить в новой редакции:

«В холодном состоянии сопротивление изоляции обмоток электрических машин с номинальным напряжением свыше 400 В должно быть не менее 20 МОм, с номинальным напряжением до 400 В включительно — не менее 10 МОм. Иное значение сопротивления изоляции обмоток электрических машин в холодном состоянии может быть задано заказчиком. При отсутствии номинального значения напряжения обмоток относительно заземленных частей U в технической документации допускается принимать значение U в соответствии с 5.6.1.4 — 5.6.1.11».

Пункт 5.8.3 изложить в новой редакции:

«5.8.3 Сопротивление изоляции обмоток электрических машин после испытания на воздействие влажности воздуха или после испытания на воздействие нижнего значения температуры среды при эксплуатации должно быть не менее 0,5 МОм».

Подраздел 5.8. дополнить пунктом 5.8.4:

«5.8.4 Сопротивление изоляции обмоток электрических машин в нагретом состоянии после испытания на воздействие верхнего значения температуры среды при эксплуатации должно быть не менее указанного в таблице 5.2».

Пункт 5.9.9 изложить в новой редакции:

«5.9.9 Типовые характеристики строят для расчетной рабочей температуры обмоток для каждого класса изоляции, кроме характеристики холостого хода, которую строят при температуре, полученной при опыте.

Примечания

1 Если схемой предусмотрено постоянное включение резистора в якорной обмотке ротора, то типовые характеристики определяют с данным резистором.

2 Для электрических машин, разработанных до 01.01.2015 г., допускается определение типовых характеристик при расчетной рабочей температуре обмоток по ГОСТ 25941 (пункт 1.4)».

Пункты 5.10.2, 5.10.4, 5.10.8, 5.11.3. Заменить ссылку: «ГОСТ 183 (пункт 1.20)» на «ГОСТ IEC 60034-1 (подраздел 12.2)».

Пункт 5.11.1. Третье перечисление изложить в новой редакции:

«-кратность пускового тока — для машин прямого пуска относительно номинального при номинальном напряжении не более 7,5, если не задано иное значение по условиям работы машины».

Пункт 5.12.2 изложить в новой редакции:

«5.12.2 Коммутацию считают удовлетворительной, если степень искрения не превышает $1^1/_2$ балла по таблице 5.5 при испытаниях в режимах 1 — 6 по таблице 8.2 или в длительных рабочих режимах в пределах рабочих характеристик.

При кратковременных толчках нагрузки и кратковременной перегрузке допускается степень искрения 2 балла.

Таблица 5.5 — Критерии коммутации коллекторных электрических машин

Степень искрения	Характеристика степени искрения	Состояние коллектора и щеток
1	Отсутствие искрения	Отсутствие почернения на коллекторе и следов нагара на щетках
$1^1/_4$	Слабое искрение под небольшой частью края щетки	
$1^1/_2$	Слабое искрение под большей частью края щетки	Появление следов почернения на коллекторе и следов нагара на щетках, легко устраняемых протиранием поверхности коллектора бензином
2	Искрение под всем краем щетки	Появление следов почернения на коллекторе и следов нагара на щетках, не устраняемых протиранием поверхности коллектора бензином
3	Значительное искрение под всем краем щетки с появлением крупных и вылетающих искр	Значительное почернение на коллекторе, не устраняемое протиранием поверхности коллектора бензином, подгар и частичное разрушение щеток, а также почернение и оплавление изоляционных пальцев допускаются только для моментов прямого включения или реверсирования машин, если при этом коллектор и щетки остаются в состоянии, пригодном для дальнейшей работы

».

Пункты 5.12.6, 5.12.9 исключить.

Пункт 5.12.11. Заменить слово: «остова» на «корпуса».

Пункт 5.13.3. Заменить слова: «бензина по ГОСТ 2084» на «бензина в соответствии со стандартами и нормативными документами, действующими на территории государства, принявшего стандарт*»;

Дополнить сноской:

«_____

* На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51105—97 «Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия».

Пункт 5.14.2 изложить в новой редакции:

«5.14.2 Радиальное биение рабочих частей коллектора (контактных колец) тягового двигателя по длине окружности на нагретой машине не должно быть более 0,03 мм при диаметре коллектора (контактного кольца) до 400 мм и 0,04 мм при диаметре коллектора (контактного кольца) более 400 мм (при разнице между биением в холодном и горячем состояниях не более 0,02 мм).

Для остальных электрических машин радиальное биение коллекторов (контактных колец) устанавливают в зависимости от условий работы, но не более указанных».

Пункт 5.14.4. Первый абзац изложить в новой редакции:

«5.14.4 Допускаемый уровень механической вибрации, создаваемой самой электрической машиной, устанавливают по ГОСТ IEC 60034-14 (раздел 8). Для одно- и двухопорных тяговых генераторов и агрегатов в случае их вращения от приводного двигателя допускаемый уровень механической вибрации не должен превышать значений зоны В по ГОСТ ИСО 10816-1 (таблица Б.1 (приложение Б)) для машин класса 2 и 3».

Пункт 5.15.1. Заменить слова: «надежности электрических машин устанавливают:» на «надежности тяговых электрических машин согласно ГОСТ 33943 устанавливают:».

Раздел 5 дополнить подразделом 5.17:

«5.17 Требования при испытании на повышенную частоту вращения

5.17.1 Электрические машины постоянного или пульсирующего тока после испытания на повышенную частоту вращения должны иметь удовлетворительную коммутацию при всех токах, соответствующих рабочим характеристикам машин при обоих направлениях вращения — для реверсивных машин и в рабочем направлении — для машин одного направления вращения.

5.17.2 После испытания на повышенную частоту вращения в электрической машине не должно быть каких-либо изменений, влияющих на ее работоспособность, биение коллектора и контактных колец не должно превышать значений, указанных в 5.14.2».

Раздел 6. Пункт 6.7 изложить в новой редакции:

«6.7 Уровень шума электрической машины не должен превышать значений, установленных в ГОСТ IEC 60034-9;»;

сноску к пункту 6.7 — исключить;

дополнить пунктом 6.12:

«6.12 В технической документации на электрическую машину должны быть установлены требования по утилизации, содержащие:

- меры безопасности;
- сведения о проводимых мероприятиях по подготовке и отправке электрической машины на утилизацию;
- перечень утилизируемых составных частей (расчетный);
- перечень утилизируемых составных частей, выявляемых по результатам текущего ремонта, технического обслуживания и хранения (при необходимости);
- показатели утилизации;
- методы утилизации, если электрическая машина представляет опасность для жизни, здоровья людей и окружающей среды после окончания ее срока службы (ресурса)».

Раздел 7. Пункты 7.1.3, 7.1.4 изложить в новой редакции:

«7.1.3 Для испытаний электрических машин в целях подтверждения соответствия отбирают один образец электрической машины из партии, состоящей из не менее четырех электрических машин. Отбор образца производят в соответствии с ГОСТ 31814 или методом «вслепую» в соответствии с ГОСТ 18321 (подраздел 3.4). На отобранном образце проводят весь цикл необходимых испытаний.

В обоснованных случаях допускается отбор двух образцов электрической машины, для каждого из которых должны быть определены пункты настоящего стандарта для испытаний в целях подтверждения соответствия.

В обоснованных случаях допускается уменьшение объема партии электрических машин, предъявляемой для отбора образцов.

Отобранные образцы должны быть идентифицированы. При проведении идентификации учитывают следующие характеристики электрических машин:

- наименование;
- тип;
- заводской номер;
- предприятие-изготовитель;
- дата изготовления;
- идентификационный номер;
- результаты внешнего осмотра электрической машины и ее упаковки (при наличии).

7.1.4 Образцы электрических машин считают выдержавшими испытания, если по всем пунктам, выбранным из настоящего стандарта для испытаний в целях подтверждения соответствия, получены положительные результаты».

Пункт 7.2.2 дополнить словами:

«Для испытания на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам отбирают один образец».

Раздел 8. Пункт 8.1.2 дополнить примечанием:

«Примечание — По согласованию с заказчиком допускается сокращение объема проверяемых параметров при внешнем осмотре перед проведением приемо-сдаточных испытаний».

Пункт 8.1.4. Исключить слова: «также определять».

Пункт 8.11.2. Перечисления б) и в) изложить в новой редакции:

«б) потери в меди обмоток определяют по току и измеренному сопротивлению, приведенному к температурам, указанным в таблице 5.1;

в) механические и магнитные потери определяют на холостом ходу электрической машины при последовательном и независимом возбуждении соответственно;».

Подраздел 8.11 дополнить пунктом 8.11.5:

«8.11.5 Для электрических машин, разработанных до 01.01.2015 г., допускается при определении потерь в меди обмоток измеренное сопротивление приводить к температуре, определяемой по ГОСТ 25941 (пункт 1.4)».

Пункт 8.12.1. Первое перечисление. Заменить слова: «визуальную оценку коммутации по степени искрения в соответствии с ГОСТ 183» на «визуальную оценку по степени искрения под сбегающим краем щетки».

Пункт 8.12.2. Первый абзац. Заменить слова: «при приемо-сдаточных испытаниях» на «при всех видах испытаний».

Подпункт 8.12.3.1. Заменить слова: «класс коммутации» на «степень искрения»;

заменить ссылку: «по ГОСТ 183 (таблица 4)» на «по таблице 5.5».

Пункт 8.16.3. Первый абзац дополнить словами: «чем обеспечивается одновременное измерение сопротивления изоляции обмотки относительно корпуса и между обмотками».

Подраздел 8.17 дополнить абзацем:

«Испытание изоляции обмоток на электрическую прочность относительно корпуса и между обмотками проводят поочередно для каждой независимой электрической цепи, имеющей отдельные выводы при электрическом соединении всех остальных цепей с заземленным корпусом машины, чем обеспечивается одновременное испытание электрической прочности изоляции обмотки относительно корпуса и между обмотками».

Пункт 8.18.2. Заменить ссылку «ГОСТ 10169» на «ГОСТ 10169 (раздел 31)».

Пункт 8.18.5 изложить в новой редакции:

«8.18.5 Определение индуктивных сопротивлений и постоянных времени обмоток выполняют по ГОСТ 10169 (разделы 18—21, 23, 24):

- синхронного индуктивного сопротивления по продольной оси X_d;
- переходного индуктивного сопротивления по продольной оси X'_d;
- сверхпереходных индуктивных сопротивлений по продольной и поперечной осям X''_d и X''_q;
- индуктивного сопротивления обратной последовательности X_2;
- индуктивного сопротивления рассеяния якоря X_σ;

- постоянных времени обмотки возбуждения при разомкнутой обмотке якоря T_{d0} и при замкнутой накоротко обмотке якоря T_d».

Пункт 8.19.2 изложить в новой редакции:

«8.19.2 Определение коэффициента мощности

Коэффициент мощности следует определять при номинальной мощности, номинальном трехфазном симметричном синусоидальном напряжении по ГОСТ 7217 (раздел 7), а для тяговых двигателей — при питании от преобразователя при фактических формах напряжения и тока.

Допускается по согласованию с заказчиком определение коэффициента мощности для тяговых двигателей при питании от источника синусоидального напряжения».

Пункт 8.19.3. Второй абзац. Заменить ссылку: «ГОСТ 7217» на «ГОСТ 7217 (раздел 5)».

Пункт 8.20.1 изложить в новой редакции:

«8.20.1 Оценку величины вибрации электрических машин проводят по ГОСТ IEC 60034-14 (разделы 4—7). При испытаниях по оценке величины вибрации электрических машин постоянного или пульсирующего тока параметры питания следует задавать такими, чтобы обеспечивалась частота вращения в соответствии с 8.20.2.

При определении величины вибрации электрических машин, кроме одноопорных тяговых генераторов и агрегатов, следует выполнять требования ГОСТ IEC 60034-14 (разделы 4—7).

Одноопорные тяговые генераторы и агрегаты следует испытывать при жестком креплении по ГОСТ IEC 60034-14».

Пункт 8.20.2. Третий абзац. Первое перечисление изложить в новой редакции:

«- при приемочных, квалификационных, периодических испытаниях и испытаниях для подтверждения соответствия при работе электрической машины в режиме холостого хода с установившейся частотой вращения в диапазоне от 0,4 номинальной до наибольшей для тяговых двигателей и в диапазоне частот от 0,4 до 1,0 наибольшей номинальной для тяговых и вспомогательных генераторов, возбудителей с интервалом от 0,1 до 0,2 от номинальной частоты».

Пункт 8.20.3. Исключить слова: «в соответствии с ГОСТ 20815».

Пункт 8.21.5 изложить в новой редакции:

«8.21.5 Режимы испытаний электрических машин на стойкость к механическим ВВФ:

а) тяговые двигатели с опорно-осевым подвешиванием:

1) испытание на вибропрочность — гармоническая вибрация с амплитудой (пиковым значением) виброускорений 120 м/с^2 при суммарном векторе суммарных амплитуд (пиковых значений) виброускорений (геометрическая сумма вертикальной, поперечной и продольной составляющих) до 155 м/с^2 в диапазоне частот измерений по 8.21.6 и одной частоты в диапазоне частот испытаний от 10 до 100 Гц;

2) испытание на ударную прочность — механические удары многократного действия:

- пиковое ударное ускорение — 220 м/с^2;
- длительность действия ударного ускорения — 18±5 мс;
- направление ударов — вертикальное;
- количество ударов — 12000;

3) испытание на воздействие механических ударов одиночного действия:

- пиковое ударное ускорение — 280 м/с^2;
- длительность действия ударного ускорения — 18±5 мс;
- направление ударов — вертикальное;
- количество ударов — 1000;

б) тяговые двигатели с опорно-рамным подвешиванием на тележке:

1) испытание на вибропрочность — гармоническая вибрация с суммарной амплитудой (пиковым значением) виброускорений 50 м/с^2 в диапазоне частот измерений по 8.21.6 и одной частоты в диапазоне частот испытаний от 10 до 100 Гц;

2) испытание на воздействие механических ударов одиночного действия:

- пиковое ударное ускорение — 30 м/с^2;
- длительность действия ударного ускорения — 18±5 мс;
- направление ударов — горизонтальное, совпадающее с направлением движения подвижной единицы;
- количество ударов — 6, по 3 удара в противоположных направлениях;

в) электрические машины при монтаже на подрессоренных частях тележки, кроме тяговых двигателей с опорно-рамным подвешиванием, и кузова:

1) испытание на вибропрочность — гармоническая вибрация с суммарной амплитудой (пиковым значением) виброускорений 30 м/с^2 в диапазоне частот измерений по 8.21.6 и одной частоты в диапазоне частот испытаний от 10 до 100 Гц;

2) испытание на воздействие механических ударов одиночного действия:

- пиковое ударное ускорение — 30 м/с^2;
- длительность действия ударного ускорения — 18±5 мс;
- направление ударов — горизонтальное, совпадающее с направлением движения подвижной единицы;
- количество ударов — 6, по 3 удара в противоположных направлениях;

г) электрические машины для железнодорожного подвижного состава при монтаже на подрессоренных частях тележки, кроме тяговых двигателей с опорно-рамным подвешиванием, и кузова, для которых установлены значения характеристик механических ВВФ, отличающиеся от норм испытаний, установленных в перечислении в) 5.2.1, — по ГОСТ 30630.0.0 (пункт 4.11);

д) электрические машины городского транспорта (рельсового и безрельсового):

1) испытание на вибропрочность — гармоническая вибрация с суммарной амплитудой (пиковым значением) виброускорений 15 м/с^2 в диапазоне частот измерений по 8.21.6 и одной частоты в диапазоне частот испытаний от 10 до 55 Гц;

2) испытание на воздействие механических ударов одиночного действия:

- пиковое ударное ускорение — 30 м/с^2;
- длительность действия ударного ускорения — 18±5 мс;
- направление ударов — горизонтальное, совпадающее с направлением движения подвижной единицы, и вертикальное;
- количество ударов: горизонтальных — 6, по 3 удара в противоположных направлениях, вертикальных — 3 в одном направлении».

Пункт 8.21.6. Заменить ссылку: «ГОСТ 16962.2» на «ГОСТ 30630.1.3».

Пункт 8.21.13. Первый абзац изложить в новой редакции:

«8.21.13 Электрическую машину считают выдержавшей испытания, если в процессе испытаний и после них не появились повреждения, нарушающие ее работоспособность, а сопротивление изоляции обмоток в холодном состоянии соответствует 5.8.1».

Пункт 8.22.2. Заменить слова: «методом 207—1 по ГОСТ 16962.1» на «по методам испытаний в соответствии со стандартами и нормативными документами, действующими на территории государства, принявшего стандарт*»;

дополнить сноской:

«———————

* На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51369—99 «Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие влажности».

Пункт 8.23.1. Заменить ссылку: «ГОСТ 16962.1» на «ГОСТ 30630.2.1».

Пункт 8.23.2. Заменить слова: «методом 203-1 по ГОСТ 20.57.406» на «методом 203 по ГОСТ 30630.2.1».

Пункт 8.23.3. Заменить слова: «по методу 205-4 ГОСТ 16962.1» на «по методу 205 ГОСТ 30630.2.1».

Пункт 8.23.4. Заменить слова: «по методу 206-1 ГОСТ 20.57.406» на «по методу 205-4 ГОСТ 30630.2.1».

Раздел 10. Первый абзац изложить в новой редакции: «К электрическим машинам должны быть приложены эксплуатационные и ремонтные документы в соответствии с ГОСТ 2.601 и ГОСТ 2.602, поставляемые заказчику на электронном и бумажном носителях в соответствии с договором поставки:».

Приложение А.3. Таблица А.1. Графа «Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)». Строку 10 изложить в новой редакции:

«10 Испытание при повышенной частоте вращения (5.17.2/8.7)».

Приложение Б.3. Таблица Б.1. Графа «Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)». Строку 10 изложить в новой редакции:

«10 Испытание при повышенной частоте вращения (5.17/8.6 и 8.7)»;

таблица Б.2. Графа «Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)». Строку 16 изложить в новой редакции:

«16 Испытание при повышенной частоте вращения (5.17.2/8.6 и 8.7)»;

таблица Б.3. Графа «Вид испытания (номер пункта технических требований/номер пункта методов испытаний)». Строки 12, 13, 24 изложить в новой редакции:

«12 Испытание при повышенной частоте вращения (5.17.2/8.6 и 8.7)»;

«13 Определение характеристики холостого хода и симметричности напряжения при номинальной частоте вращения и изменении напряжения от 1,12 номинального до минимального (5.5.4/8.18.1)»;

«24 Определение потерь, КПД и коэффициента мощности (5.14.7/ГОСТ 10169)»;

графа «Тип ЭМ». Строку 37 изложить в новой редакции: «СТД».

(ИУС № 3 2020 г.)

gost.e-ecolog.ru