ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТЯГА ВРАЩАЮЩИЕСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО И ДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Часть 1

Машины, отличные от машин с двигателями переменного тока, питаемых от электронного преобразователя

(IEC 60349-1:2002 Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 1: Machines other than electronic convertor-fed alternating current motors, IDT)

СТ РК МЭК 60349 – 1 - 2007

Издание официальное

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

Астана

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

ВНЕСЕН Комитетом путей сообщения Министерства транспорта и коммуникаций Республики Казахстан

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

3 Настоящий стандарт является идентичным по отношению к международному стандарту МЭК 60349-1:2002 «Электрическая тяга. Вращающиеся электрические машины для железнодорожного и дорожного транспорта. Часть 1. Машины, отличные от машин с двигателями переменного тока, питаемых от электронного преобразователя» (IEC 60349-1:2002 «Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 1: Machines other than electronic convertor-fed alternating current motors», IDT) с изменениями, которые по тексту выделены курсивом

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

Содержание

1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	2
3	Термины и определения	2
4	Классификация	8
5	Условия окружающей среды	9
6	Характеристики	9
7	Маркировка	13
8	Категории испытаний и обзор испытаний	13
9	Типовые испытания	17
10	Периодические испытания	33
	Приложение А. Измерение температуры	45
	Приложение Б. Методы определения потерь и КПД	49
	Приложение В. Замер шумов и его пределы	62
	Приложение Г. Напряжение тяговых сетей	72
	Приложение Д. Соглашение между пользователем и изготовителем машины	73
	Приложение. Библиография	75

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТЯГА. ВРАЩАЮЩИЕСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО И ДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Часть 1

Машины, отличные от машин с двигателями переменного тока, питаемых от электронного преобразователя

Electric traction. Rotating electrical machines for rail and road vehicles. Part 1. Machines other than electronic convertor-fed alternating current motors

Дата введения 2009.01.01.

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на электрические машины, отличные от машин с двигателями переменного тока, питаемых от электронного преобразователя, применяемых на железнодорожном и дорожном транспорте и устанавливает общие требования.

Электропитание транспортных средств может обеспечиваться либо внешним либо внутренним источниками питания.

Цель настоящего стандарта заключается в том, чтобы подтвердить испытаниями рабочие характеристики машины, и представить основание для оценки соответствия машины указанному режиму нагрузки и для проведения сравнения с другими машинами.

Настоящий стандарт может быть также применен к машинам, установленным на прицепных вагонах, транспортируемых электрическими транспортными средствами.

Примечание 1 – Основные требования настоящего стандарта могут быть применены к вращающимся электрическим машинам, установленным на специальных транспортных средствах, например рудничных локомотивах, но в стандарте не оговариваются пожаробезопасность или другие особые характеристики.

Примечание 2 – Эта часть стандарта не предусмотрена для применения к электродвигателям на небольших безрельсовых транспортных средствах, таких как аккумуляторные транспортные средства для доставки, заводские грузовики, и т.д. Также эта часть стандарта не применяется к мелким механизмам, таким как стеклоочистители лобового стекла, и т.д., применяемых на всех типах транспортных средств.

Примечание 3 – Машины промышленного типа, соответствующие стандарту *ГОСТ 20815*, могут быть использованы в некоторых вспомогательных устройствах.

Методы измерения температуры частей машин приведен в приложении А.

Издание официальное

Способы определения потерь и КПД машин приведены в приложении Б.
Замер шумов и его пределы указаны в приложении В.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:
СТ РК МЭК 61373-2007 Железнодорожные устройства. Оборудование подвижного состава. Испытания на удар и вибрацию.
ГОСТ 2582-81 Машины электрические вращающиеся тяговые. Общие технические условия.
ГОСТ 8865-93 Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация.
ГОСТ 12139-84 Машины электрические вращающиеся. Ряды номинальных мощностей, напряжений и частот.
ГОСТ 16372-93 Машины электрические вращающиеся. Допустимые уровни шума.
ГОСТ 17168-82 Фильтры электронные октавные и третьоктавные. Общие технические требования и методы испытаний.
ГОСТ 17187-81 Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний.
ГОСТ 20815-93 Машины электрические вращающиеся. Механическая вибрация некоторых видов машин с высотой оси вращения 56 мм и более. Измерения, оценка и допустимые значения.
ГОСТ 26772-85 Машины электрические вращающиеся. Обозначения выводов и направление вращения.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 Общие

Термины и определения, перечисленные в этом разделе, взяты из [1], [2], [3] и [4].

3.2 **Номинальная характеристика машины**: Совокупность одновременных значений электрических и механических параметров машины, их продолжительность и последовательность, установленная изготовителем машины.

3.2.1 **Номинальное значение**: Числовое значение любого параметра, относящегося к номинальным характеристикам. Для тяговых машин указывают некоторые специальные параметры, например, коэффициент пульсации тока для

электродвигателей, функционирующих при пульсирующем токе, состояние обмотки возбуждения в электродвигателях с переменным полем, и т.д.

3.2.2 **Максимально допустимая непрерывная нагрузка**: Электрическая нагрузка, которую может выдержать машина на испытательном стенде в течение неограниченного периода времени при условиях, указанных в 9.1, при этом не превышаются пределы нагревания согласно таблице 2 и, кроме того, соблюдаются все другие требования настоящего стандарта.

Максимально допустимая непрерывная нагрузка главного генератора с автономным двигателем: Нагрузка главного генератора с автономным двигателем функционирующего при двух значениях максимально допустимой непрерывной нагрузки:

а) **максимально допустимая непрерывная нагрузка при пониженном напряжении**: максимально допустимая непрерывная нагрузка, определяемая нагреванием обмотки возбуждения, через которую проходит ток нагрузки (повышенное значение тока нагрузки и пониженное напряжение);

б) **максимально допустимая непрерывная нагрузка при повышенном напряжении**: максимально допустимая непрерывная нагрузка, определяемая нагреванием обмотки возбуждения (пониженное значение тока нагрузки и повышенное напряжение).

Примечание 1 – Эти два значения максимально допустимой непрерывной нагрузки соответствуют точкам на кривой полной мощности, как определено в 3.9.2 или на собственной характеристике согласно 3.9.3.

Примечание 2 – Номинальные значения, соответствующие тем, что указаны выше, если они подходят, могут быть применены к главному двигатель-генератору.

3.2.3 **Номинальная кратковременная нагрузка** (например, 1 ч): Механическая нагрузка, которую может выдержать машина на испытатель-ном стенде в течение указанного времени, не превышая пределов значений температуры, указанных в таблице 2, при этом испытание проводится, как указано в 9.1, с холодным двигателем (см. А.1 приложения А) и соблюдением всех других соответствующих требований настоящего стандарта.

3.2.4 **Номинальная кратковременная перегрузка**: Электрическая нагрузка, которую может выдержать машина на испытательном стенде в течение определенного времени без превышения пределов температур, указанных в таблице 3 (испытание проводят согласно приложению А).

Примечание – Номинальные кратковременные перегрузки существенны для определения соответствия машины к режимам работы в условиях продолжительной работы с нагрузкой ниже уровня максимально допустимой непрерывной нагрузки, с последующим ее повышением. Такие перегрузки имеют место в работе локомотивов. Для городского общественного транспорта и транспорта со схожим режимом работы более характерны повторяющиеся кратковременные нагрузки, поэтому номинальная кратковременная перегрузка не указывается для них.

3.2.5 **Номинальная повторно-кратковременная нагрузка:** Электрическая нагрузка, при которой машина может функционировать в рабочем цикле, при этом ее нагревание не превышает пределы, указанные в таблице 2, в любое время рабочего цикла.

3.2.6 **Эквивалент номинальной нагрузки**: Максимально допустимая непрерывная нагрузка с постоянными значениями напряжения, тока и скорости, соответствующая, с точки зрения нагревания, продолжительным циклам работы в повторно-кратковременном режиме, который должна выдерживать машина при эксплуатации.

Примечание: Данное номинальное значение должно быть согласовано между пользователем и изготовителем машины.

3.2.7 **Гарантированная номинальная нагрузка**: Номинальная нагрузка, гарантируемая изготовителем машины.

3.2.7.1 **Гарантированная номинальная нагрузка тягового электродвигателя**: Максимально допустимая непрерывная нагрузка электродвигателя.

3.2.7.2 **Гарантированные нагрузки главного генератора с автономным двигателем**: Режим максимально допустимой непрерывной нагрузки, указанный в 3.2.2. Изготовитель машины и пользователь по договоренности могут указать их как номинальную кратковременную или повторно-кратковременную нагрузку.

3.2.7.3 **Гарантированные номинальные нагрузки главного двигатель-генераторного агрегата:** Режим максимально допустимой непрерывной нагрузки. Изготовитель машины и пользователь по договоренности могут указать их как номинальную кратковременную или повторно-кратковременную нагрузку.

3.2.7.4 **Гарантированная номинальная нагрузка вспомогательной машины**: Режим максимально допустимой непрерывной нагрузки вспомогательной машины.

3.3 **Номинальное напряжение**: Указанное значение напряжения на выводах машины, работающей в номинальном режиме. При однополярном напряжении, оно равно арифметическому среднему значению с периодической формой колебаний, а при переменном напряжении, оно равно среднеквадратическому значению основной гармоники с периодической формой колебаний.

Примечание – Если машина оснащена защитным резистором, подключенным постоянно и последовательно, то он считается неотъемлемой частью машины.

3.3.1 **Номинальное напряжение электродвигателя, питаемого прямо или косвенно от контактной сети (электродвигатели двигатель-генераторных агрегатов):** Наибольшее значение напряжения (исключая

напряжение переходного процесса), возникшее на выводах электродвигателя, когда от контактной сети к нему поступает номинальный ток с номинальным напряжением, как указано в приложении Г.

Примечание – В некоторых случаях, необходимо указать другие номинальные значения напряжения, кроме вышеуказанного, чтобы полностью обозначить рабочие характеристики машины, например, когда выходная мощность двигатель-генераторного агрегата является постоянной в пределах диапазона входного напряжения.

Если для электродвигателя с косвенным электропитанием не указаны параметры на выходе трансформатора или другого устройства, то номинальное напряжение устанавливается как равное 90 % напряжения холостого хода.

3.3.2 Номинальное напряжение электродвигателя, питаемого от генератора или аккумулятора, установленной на транспортном средстве.

3.3.2.1 **Номинальное напряжение тягового электродвигателя:** Номинальное напряжение, соответствующее наибольшему напряжению источника питания, обеспечивающего электродвигатель номинальным током.

3.2.2.2 **Номинальное напряжение вспомогательного электродвигателя**: Номинальное напряжение, соответствующее номинальному напряжению дополнительного источника питания (см. примечание к 3.3.4).

3.3.3 **Номинальные напряжения главного генератора**: Два номинальных напряжения, соответствующие двум максимально допустимым непрерывным нагрузкам, указанным в 3.2.2.

3.3.4 **Номинальное напряжение вспомогательного генератора (включая генераторы вспомогательных двигатель-генераторных агрегатов или вращающихся преобразователей):** Напряжение, соответствующее номинальному напряжению дополнительного источника питания.

Примечание – Номинальное напряжение дополнительного источника питания должно быть оговорено между изготовителем машины и пользователем с учетом факторов (например, приведение в соответствие с другими транспортными средствами), которые могут иметь значение при выборе.

3.4 **Номинальная скорость машины:** Скорость при гарантированных номинальных нагрузках машины.

3.4.1 **Номинальная скорость главного или вспомогательного генератора с автономным двигателем:** Скорость генератора соответствующая номинальной скорости двигателя.

3.4.2 **Номинальная скорость осевого генератора:** Скорость, оговоренная между изготовителем машины и пользователем.

3.5 Наибольшее (или наименьшее) напряжение

3.5.1 **Наибольшее (или наименьшее) напряжение машины:** Наибольшее (или наименьшее) напряжение, которое машина должна выдерживать при эксплуатации, за исключением неустановившегося напряжения. Кроме того,

исключается понижение наименьшего напряжения из-за работы устройств управления во время запуска или ускорения машины. Наибольшее напряжение вспомогательной машины, соединенной последовательно с другими машинами без механического сцепления, считают равным 1,2 наибольшего напряжения источника питания машины и поделенной на число последовательно соединенных машин.

3.5.2 **Наибольшее и наименьшее напряжение машины, питаемой прямо или косвенно от контактной сети**: Напряжения, которые соответствуют наибольшему и наименьшему напряжениям системы тягового энергоснабжения (см. приложение Г), при этом учитывается наличие регулирующего трансформатора или оборудования управления, установленного между линией и машиной.

3.6 **Наибольший ток:** Максимальное значение тока, показанное на характеристической кривой, предоставленной изготовителем машины.

3.7 Наибольшая рабочая скорость

3.7.1 **Наибольшая рабочая скорость тягового электродвигателя:** Наибольшая скорость вращения электродвигателя, установленная изготовителем машины.

Примечание – Если указаны технические характеристики транспортного средства, для которого спроектирован электродвигатель, то скорость вращения электродвигателя должна соответствовать наибольшей рабочей скорости транспортного средства с учетом полного износа металлических колес или минимального диаметра прокатки резиновых шин.

3.7.2 **Наибольшая рабочая скорость генератора с автономным двигателем или вспомогательного генератора:** Скорость генератора, соответствующая наибольшей регулируемой скорости машины специального применения.

Примечание – Наибольшая рабочая скорость соответствует наибольшей регулируемой скорости на холостом ходу. Переходными колебаниями скорости во время изменения нагрузки можно пренебречь.

3.7.3 **Наибольшая рабочая скорость генератора, скорость вращения которого пропорциональна скорости транспортного средства**: Наибольшая скорость генератора, установленная изготовителем машины. Смотрите примечание к 3.7.1

3.7.4 **Наибольшая рабочая скорость главного или вспомогательного двигатель-генераторного агрегата, вспомогательного преобразователя или вспомогательного электродвигателя:** Наибольшая скорость вращения машины, установленная изготовителем машины.

Примечание – При указании наибольшей скорости для машин специального применения следует учитывать наихудшие условия напряжения, возбуждения, частоты, нагрузки и т.д., которые могут возникнуть во время эксплуатации.

3.8 Мощность на выходе и входе электрических машин и тепловых двигателей

3.8.1 **Выходная мощность электродвигателя**: Механическая полезная мощность электродвигателя на вале электродвигателя, выраженная в киловаттах (кВт).

3.8.2 **Наибольшая выходная мощность теплового двигателя:** Наибольшая выходная мощность теплового двигателя специального применения

3.8.3 **Располагаемая мощность на входе главного генератора:** Входная мощность, преобразуемая в электричество, обеспечивающая электропитанием тяговые электродвигатели и другие устройства нагрузки. Мощность на входе генератора применяется для получения номинальных значений и технических характеристик генератора.

Наибольшая располагаемая мощность на входе главного генератора является наибольшей рабочей полезной мощностью теплового двигателя, кроме мощности, необходимой для приведения в движение, прямо или косвенно, оборудования охлаждения двигателя и вспомогательных устройств транспортного средства, если предположить, что они работают при минимальной входной мощности в указанных условиях.

Примечание – Располагаемая входная мощность не обязательно полностью используется главным генератором в пределах диапазона рабочего тока.

3.9 Основные характеристики генератора

3.9.1 **Регулируемая характеристика:** Характеристика главного генератора, отрегулированного на потребление входной мощности, при этом произведение тока и напряжения всегда находятся на постоянном уровне между установленными пределами регулировки.

3.9.2 **Регулируемая характеристика при полной мощности:** Регулируемая характеристика, соответствующая наибольшей входной мощности.

3.9.3 **Собственная характеристика**: Характеристика генератора, функционирующего без регулирующего оборудования, чтобы привести в соответствие его потребность в мощности с располагаемой выходной мощностью двигателя.

3.10 **Коэффициент эффективного возбуждения последовательно соединенного электродвигателя**: Коэффициент числа ампер-витков обмотки и наибольшего тока, протекающего в этом же якоре.

Примечание 1 – Предполагается, что в последовательно соединенном электродвигателе возникает:

- полное возбуждение, если ток возбуждения равен току якоря;
- наибольшее возбуждение, если коэффициент эффективного возбуждения равен наибольшему рабочему току;

- слабое возбуждение, если коэффициент эффективности возбуждения ниже наибольшего;

- наименьшее возбуждение, если коэффициент эффективности возбуждения равен наименьшему рабочему току.

Примечание 2 – Для электродвигателей без постоянных шунтов на обмотках возбуждения значения полного и наибольшего возбуждения одинаковы.

3.11 **Действующее сопротивление последовательно соединенного электродвигателя:** Значение сопротивления, которое при умножении на ток нагрузки, снижает напряжение полного сопротивления в обмотках машины, т.е. в расчет берется шунт на обмотке возбуждения.

3.12 **Коэффициент пульсации:** Коэффициент пульсирующего тока, определяющийся по формуле (1):

$$\frac{I_{наиб} - I_{наим}}{I_{наиб} + I_{наим}} \times 100 \quad , \qquad (1)$$

выраженной в процентах, где $I_{наиб}$ *и* $I_{наим}$ являются соответственно наибольшим и наименьшим значениями формы кривой тока.

Примечание - Данный пункт изложен в соответствии с [5].

3.13 **Пульсирующая частота**: Частота основной переменной составляющей пульсирующего тока или напряжения.

3.14 **Импульсное регулирование:** Регулирование электроснабжением машины путем пуска или прекращения повторяющихся импульсов напряжения или тока. К устройствам импульсного регулирования относятся модуляторы, инверторы и выпрямители с электронным управлением, а также другие.

4 Классификация

Рассматриваемые в данном стандарте электрические машины классифицируются следующим образом.

Тяговые электродвигатели

Электродвигатели, приводящие в движение рельсовые или безрельсовые транспортные средства.

Главные генераторы с автономным двигателем

Генераторы, обеспечивающие электропитанием тяговые электродвигатели на том же транспортном средстве или поезде.

Двигатель-генераторный агрегат

Машины, подпитываемые от электрической линии или аккумулятора, и обеспечивающие электропитанием тяговые электродвигатели на том же транспортном средстве либо поезде.

Вспомогательные электродвигатели

Электродвигатели, приводящие в движение компрессоры, вентиляторы, вспомогательные генераторы или другие вспомогательные машины.

Вспомогательные генераторы

Генераторы, обеспечивающие электроэнергией вспомогательные системы, например, кондиционирования воздуха, отопления, освещения, зарядки аккумулятора, и т.д.

Вспомогательные двигатель–генераторные установки и вспомогательные вращающиеся преобразователи

Машины, подпитываемые от электрической линии или другого источника и обеспечивающие электропитанием вспомогательные системы.

Электрические параметры на входе или выходе машины, рассматриваемые в данном стандарте, могут быть следующими:

а) постоянный ток (включая выпрямленный многофазный переменный ток);

б) пульсирующий ток (выпрямленный однофазный переменный ток);

в) однонаправленный ток, управляемый инвертором;

г) однофазный переменный ток;

д) многофазный переменный ток (трехфазный).

5 Условия окружающей среды

Условия окружающей среды должны быть следующие:

а) Высота

Высота над уровнем моря должна быть не более 1 200 м.

б) Температура

Температура в тени должна составлять не более 40 °С.

Пользователь должен сообщить изготовителю машины об особых условиях, например, пыли, влажности, температуре, снеге, влиянии динамических сил, и т.д., в которых будут функционировать машины.

6 Характеристики

6.1 Общие положения

Спецификации машины должны включать характеристические кривые в соответствии со следующими подпунктами. Эти кривые должны быть составлены по рабочим пределам каждой переменной.

После проведения испытания первых нескольких машин одного типа, по результатам испытаний составляются гарантированные характеристики в соответствии с 9.2.

Гарантированные характеристики машины, электромагнитные свойства которой аналогичны ранее созданным для одного и того же пользователя машины либо применения, соответствуют гарантированным характеристикам созданных машин, а характеристики следует подтвердить только периодическими испытаниями.

6.2 Исходная температура

Все характеристики, независимо от класса изоляции, используемой в машине, должны быть составлены при исходной температуре обмотки равной 150°С, которая должна быть указана в характеристиках.

6.3 Характеристики КПД

Характеристики эффективности должны учитывать омические потери во внешних цепях, которые соединены с главной цепью или цепью возбуждения. Электропитание независимой обмотки возбуждения должно быть либо учтено в потерях или указано иным образом (например, как вспомогательная нагрузка), и в этом случае должна быть отметка о том, что оно не учтено в потерях.

6.4 Характеристики коллекторного тягового электродвигателя

Характеристические кривые показывают изменение скорости электродвигателя, крутящего момента и КПД в зависимости от параметров тока. С другой стороны характеристические кривые могут показывать изменение скорости транспортного средства и силы тяги в зависимости от параметров тока на железной дороге, и в этом случае необходимо указать передаточное число, диаметр колеса и потери при передаче. Если для потери при передаче используются общепринятые значения, то они должны соответствовать рисунку Б.10

Характеристические кривые должны быть составлены для каждого состояния обмотки возбуждения, применяемого на устройстве, за исключением случая, когда применяется регулировка непрерывно меняющейся обмотки, и в этом случае необходимо составить только наибольшую и наименьшую характеристические кривые. Следует указать действительное сопротивление машины для каждого действительного коэффициента возбуждения.

Характеристические кривые тяговых электродвигателей, питаемых прямо или косвенно от контактной сети, или аккумулятора, расположенной на транспортном средстве, должны быть составлены при номинальном напряжении, кроме случаев, когда в цепи установлено оборудование (например, трансформатор или индуктор), которое понижает напряжение в зависимости от

тока на выводах электродвигателя. В таком случае кривые следует составлять при напряжении электродвигателя, соответствующего номинальному напряжению питания, а кривая тока напряжения электродвигателя должна быть включена в характеристики. Если данная информация недоступна, то кривые можно составить при номинальном напряжении.

Характеристические кривые тяговых электродвигателей, используемых на термоэлектрических транспортных средствах, составляют при напряжении, соответствующем пониженном напряжении генератора, когда он функционирует в режиме максимально допустимой непрерывной нагрузки, но по соглашению они могут быть оставлены при других значениях напряжения.

Характеристические кривые коллекторных электродвигателей переменного тока следует составлять при номинальной частоте, они должны показывать коэффициент мощности в зависимости от тока.

Если электродвигатели используются для реостатного или рекуперативного торможения, то характеристические кривые показывают работу электродвигателей в этом режиме. Характеристические кривые рекуперативного торможения должны быть составлены для напряжения электродвигателя, соответствующего 1,1-кратному значению номинального сетевого напряжения.

Гарантированные характеристические кривые торможения получают либо расчетами по результатам испытаний на прокручивание двигателя или по результатам испытаний в режиме торможения.

6.5 Характеристики главного генератора

Характеристические кривые должны показывать напряжение в зависимости от тока нагрузки. Если предполагается использовать генератор переменного тока с выпрямителем, то в характеристиках должна быть указана выходная мощность выпрямителя. Бесколлекторный генератор переменного тока и его обмотка возбуждения считаются одной машиной.

Характеристические кривые составляют в соответствии с входной мощностью генератора, обеспечивающей тягу при наибольшей и наименьшей скоростях двигателя. Если для двигателя предусмотрено несколько уровней заданных промежуточных скоростей, то должны быть составлены дополнительные характеристические кривые для скоростей, чтобы таким образом показать КПД генератора.

Для каждой характеристической кривой должны быть указаны состояние обмотки возбуждения, входная мощность, скорость генератора, и, если это необходимо, число скоростей. Кроме того, следует указать КПД двигателя при полной мощности, по меньшей мере, в двух режимах максимально допустимой

непрерывной нагрузки.

Примечание – Каким образом следует указать мощность возбуждения в потерях при определении КПД смотрите 6.3.

Такие же характеристические кривые должны быть составлены для генераторов главных двигатель-генераторных агрегатов, учитывая характеристики тягового электродвигателя и регулирующего оборудования.

6.6 Характеристики вспомогательного электродвигателя

Характеристические кривые скорости, крутящего момента (или выходной мощности), КПД, и коэффициента мощности для машин переменного тока, должны быть составлены в зависимости от тока в электродвигателе при номинальном напряжении и частоте.

С другой стороны, и по соглашению между изготовителем машины и пользователем, характеристические кривые могут быть составлены в зависимости от скорости или выходной мощности.

Характеристические кривые должны быть составлены для каждого состояния обмотки возбуждения, которые имеют место при эксплуатации.

6.7 Характеристики вспомогательного генератора

Характеристические кривые выходного напряжения, мощности и КПД должны быть составлены в зависимости от выходного тока при номинальной скорости, и, если машина имеет несколько уровней скоростей, при наименьшей и наибольшей скоростях оборудования, имеющих место при эксплуатации. Также следует указать частоту переменного тока на выходе.

Если генератор функционирует с регулятором напряжения, то характеристические кривые должны быть составлены при номинальном напряжении и указан диапазон тока возбуждения.

Бесколлекторный генератор переменного тока и его обмотку возбуждения следует считать одной машиной.

6.8 Характеристики вспомогательного двигатель–генераторного агрегата с одноякорным преобразователем

Характеристические кривые выходного напряжения, выходной мощности, скорости машины и входного тока должны быть составлены в зависимости от выходного тока машины при наименьшем, номинальном и наибольшем значениях напряжения. Также должен быть указан общий коэффициент полезного действия при максимально допустимой непрерывной нагрузке.

Характеристические кривые машины переменного тока должны показывать коэффициент мощности.

Если машина функционирует с регулятором напряжения или частоты, то характеристические кривые должны быть составлены при номинальном напряжении или частоте. Также следует указать диапазон тока возбуждения.

Если машина приводит в действие внешние устройства нагрузки, например, вентилятор, то следует указать мощность этого внешнего устройства нагрузки, а характеристику общего КПД заменить показателем полной входной мощности машины при максимально допустимой непрерывной нагрузке.

7 Маркировка

7.1 Паспортная табличка

На всех машинах, подпадающих под действие данного стандарта, должна быть паспортная табличка, расположенная на видном месте. На табличке должна быть указана, как минимум, следующая информация:

а) товарный знак предприятия- изготовителя;

б) род и тип машины;

в) заводской номер машины;

г) год выпуска.

Заводской номер машины, и стрелка, указывающая направление вращения ротора, также должны быть видимы для обозрения при установке машины на транспортном средстве.

Заводской номер, или индивидуальный идентификационный номер должен быть выбит как на роторе, так и на статоре каждой машины.

Примечание – Дополнительные требования по информации в паспортной табличке смотрите ГОСТ 2582.

7.2 Маркировка выводов и проводов

Маркировку выводов и проводов следует проводить в соответствии с *ГОСТ 26772*.

8 Категории испытаний и обзор испытаний

8.1 Категории испытаний

8.1.1 Общие положения

Существуют три категории испытаний:

– типовые;

– периодические;

– исследовательские.

8.1.2 Общие требования к типовым испытаниям

Цель типовых испытаний заключается в том, чтобы установить номинальные значения, характеристики и режимы работы новых типов машин. При изменении места и (или) метода производства машин, пользователь и изготовитель машины должны согласовать повторное проведение типовых испытаний. Кроме того, в соответствии с 9.2 на других машинах следует провести испытания, подтверждающие гарантированные характеристики.

Одну из первых десяти произведенных машин необходимо подвергнуть всем типам испытаний.

Машину можно не подвергать типовым испытаниям, если изготовитель машины предоставит отчет, приемлемый для пользователя, о проведенных типовых испытаниях на аналогичной машине при номинальных значениях.

Перед началом испытаний изготовитель машины должен представить пользователю технические требования испытаний с описанием методов испытаний, подтверждающих соответствие машины настоящему стандарту.

По соглашению между изготовителем машины и пользователем, на дополнительных образцах машин проводят полные или выборочные типовые испытания.

Машины, прошедшие типовые испытания, также следует подвергнуть периодическим испытаниям.

8.1.3 Общие требования к периодическим испытаниям

Серийные испытания проводятся для того, чтобы подтвердить надежность электрических и механических характеристик каждой машины.

Периодические испытания, как указано в разделе 10, проводят на всех машинах, но изготовитель машины и пользователь, по согласованию, могут установить другие виды испытаний. Подвергнуть периодическим испытаниям только некоторые машины, выбранные случайным методом из произведенных по заказу допускается при условии, что испытания на повышенной частоте вращения и прочности изоляции на пробой проводятся на всех машинах в соответствии с 10.4 и 10.5.

8.1.4 Исследовательские испытания

Исследовательские испытания являются необязательными испытаниями, которые проводятся для получения дополнительной информации только по соглашению между изготовителем машины и пользователем. Результаты этих испытаний не должны влиять на приемку машин.

8.2 Обзор испытаний

В таблице 1 перечислены испытания, которые следует проводить для подтверждения машин настоящему стандарту.

Таблица 1 - Обзор испытаний

Класс машины	Испытание	Нагревание	Прочность	Характеристики		Коммутация		Переходные состояния	Пуск	Шумы	Повышенная частота вращения		Изоляция	Вибрация		Износ коллектора
	Категория испытания (ш 6.1)									Необязательное				Внутренне выработанные характеристики	Дисбаланс	Необязательное
		Типовое	Периодическое	Типовое	Периодическое	Типовое	Периодическое	Типовое	Типовое	Типовое	Типовое	Периодическое	Периодическое	Типовое	Периодическое	Периодическое
		Пункт или подпункт														
Тяговые электродвигатели (см. разд. 4)	Коллектор	9.1	10.1	9.2.2	10.2.2	9.3.2	10.3.2	9.4.2*	9.6.2*	Приложение В	-	10.4.2	10.5	9.8	10.6	10.7
	Фазный ротор	9.1	10.1	9.2.3	10.2.3	-	-	-	-		-	10.4.2	10.5	9.8	10.6	10.7
	Короткозамкнутый ротор	9.1	-	9.2.3	10.2.3	-	-	-	-		8.7	-	10.5	9.8	10.6	10.7
Основные генераторы (см. разд. 4)	Постоянный ток	9.1	10.1	9.2.3	10.2.3	9.3.3	10.3.3	-	-	Приложение В	-	10.4.3	10.5	9.8	10.6	10.7
	Переменный ток	9.1	10.1	9.2.3	10.2.3/ 4	-	-	9.5	-		-	10.4.3	10.5	9.8	10.6	-
Главные двигатель генераторные агрегаты (см. разд. 4)	Электродвигатель	9.1	10.1	9.2.2	10.2.2	9.3.2*	10.3.2*	9.4.2*	9.6.3	Приложение В	-	10.4.5	10.5	9.8	10.6	10.7*
	Генератор	9.1	10.1	9.2.3	10.2.3	9.3.3*	10.3.3*	9.5	-		-	10.4.5	10.5	9.8	10.6	10.7*

Продолжение таблицы 1

Вспомогательные электродвигатели (см. разд. 4)	Коллектор	9.1	10.1	9.2.4	10.2.5	9.3.4	10.3.4	9.4.3/4*	9.6.4	Приложение В	-	10.4.5	10.5	9.8	10.6	10.7
	Фазный ротор	9.1	10.1	9.2.4	102.5	-	-	-	9.6.4		-	10.4.5	10.5	9.8	10.6	-
	Короткозамкнутый ротор	9.1	10.1	9.2.4	10.2.5	-	-	-	9.6.4		9.7	-	10.5	9.8	10.6	-
Вспомогательные генераторы (см. разд. 4)	Постоянный ток	9.1	10.1	9.2.5	10.2.6	9.3.4	10.3.4	-	-	Приложение В	-	10.4.5	10.5	9.8	10.6	10.7
	Переменный ток	9.1	10.1	9.2.5	10.2.6	-	-	9.5	-		-	10.4.5	10.5	9.8	10.6	-
Вспомогательные двигатель генераторные агрегаты Якорные преобразователи (см. разд. 4)	Двигатель	9.1	10.1	9.2.6	10.2.7	9.3.4*	10.3.4*	9.4.3/4	9.6.4	Приложение В	-	10.4.5	10.5	9.8	10.6	10.7
	Генератор	9.1	10.1	9.2.6	10.2.7	9.3.4*	10.3.4*	9.5	-		-	10.4.5	10.5	9.8	10.6	10.7
* Не применимо ко всем машинам одного класса; см. соответствующий пункт. Все машины, включая прошедшие типовые испытания, должны быть подвергнуты периодическим испытаниям.																

9 Типовые испытания

9.1 Испытание нагреванием

9.1.1 Общие положения

Типовые испытания следует проводить при гарантированных номинальных значениях. Исключение составляют главные генераторы переменного тока, которые испытывают следующим образом:

а) испытание при номинальной частоте с короткозамкнутыми выводами и обмоткой возбуждения, отрегулированными таким образом, чтобы выходной ток производил такое же нагревание обмотки статора, какое бы возникло при испытательной нагрузке и максимально допустимой непрерывной нагрузке с пониженным напряжением;

б) испытание при номинальной частоте с разомкнутой цепью, при этом обмотка возбуждения должна быть отрегулирована на указанное значение максимально допустимой непрерывной нагрузки при повышенном напряжении.

Если ток на выходе генератора переменного тока проходит через выпрямитель, то генератор должен быть подвергнут типовым испытаниям с этим выпрямителем или с выпрямителем, имеющим такие же характеристики.

Если может быть применено одно или несколько следующих условий, то эти испытания следует проводить при напряжении и форме кривой тока аналогичных тем, что существуют при эксплуатации:

1) если коэффициент пульсации тока нагрузки при эксплуатации превышает 10 % гарантированного номинального значения;

2) если обмотка возбуждения управляется импульсным регулятором.

Если соответствие данному требованию невыполнимо, то пользователь и изготовитель машины должны договориться о методе, который будет учитывать влияние различий между электропитанием при испытаниях и электропитанием при эксплуатации.

Примечание 1 – Машины, функционирующие с питанием от выпрямленного однофазного переменного тока частотой 50 Гц или 60 Гц могут быть подвергнуты испытаниям при частоте электропитания, применяемой изготовителем машины, независимо от того, отличается ли она от частоты на месте эксплуатации, при условии, что коэффициент пульсации тока не меньше, чем при эксплуатации. Погрешностями результатов можно пренебречь, а вносить поправки не требуется.

Примечание 2 – При испытаниях в режиме максимально допустимой непрерывной нагрузки, время достижения установившейся температуры, может быть сокращено, путем проведения испытания при повышенной нагрузке или уменьшенной вентиляции, при условии, что номинальные условия сохраняют в течение, по меньшей мере, 2 ч или до тех пор, пока не установится температура.

Примечание 3 – Температура считается стабильной, если нагревание не превышает 2 °С во время последнего часа испытания.

Примечание 4 – Если гарантированный ток возбуждения отличается от указанного значения, то испытания должны быть проведены при гарантированном значении тока.

9.1.2 Вентиляция во время испытаний нагреванием

Машины следует подвергать испытаниям так, чтобы вентиляция соответствовала условиям эксплуатации, при этом должны быть установлены все нагревающиеся части машины, включая воздуховоды и фильтры, считающиеся частью транспортного средства или должны быть созданы аналогичные условия.

Если охлаждение обеспечивается принудительной вентиляцией, то должны быть измерены статическое давление и поток воздуха в воздухозаборнике машины таким образом, чтобы можно было составить таблицу взаимосвязи между этими двумя параметрами.

В целом, охлаждение не должно соответствовать тому, которое возникает при движении транспортного средства, но в особых случаях, например в полностью закрытых тяговых электродвигателях, где такой вид охлаждения имеет важное значение, то оно может быть создано по соглашению между изготовителем машины и пользователем.

Примечание – Требования изготовителя машины, подлежащие согласованию с пользователем приводятся в приложении Д.

9.1.3 Оценка результатов

Нагревание обмотки возбуждения, коллекторов или токосъемных контактных колец в начале процесса охлаждения не должно превышать значений, указанных в таблице 2.

9.1.4 Пределы нагревания

Различные классы изоляционных материалов принимают в соответствии с *ГОСТ 8865*.

В таблице 2 определены допустимые пределы нагревания, установленные во время замеров на испытательном стенде при температуре выше температуры охлаждающего воздуха, для обмоток и других частей, изолированных с помощью материалов тех классов, которые в настоящее время используются при создании машин, к которым применяется настоящий стандарт.

Если разные части одной машины сделаны из разных классов изоляции, то пределы нагревания каждой части должны соответствовать каждому классу изоляции.

Таблица 2 – Пределы нагревания при максимально допустимых непрерывных нагрузках и других номинальных значениях

Часть машины	Метод измерения	Класс изоляции			
		B	F	H	200
Неподвижная обмотка или вращающаяся обмотка возбуждения генераторов переменного тока или синхронных электродвигателей	Сопротивление	130 °C	155 °C	180 °C	200 °C
Все другие вращающиеся обмотки	Сопротивление	120 °C	140 °C	160 °C	180 °C
Коллекторы или токосъемные кольца (см. примечание)	Электрический термометр	120 °C	120 °C	120 °C	120 °C
Короткозамкнутый ротор Демпфирующие обмотки	Электрический термометр	Нагревание не должно вызвать повреждения обмотки возбуждения или других частей машины			

Для полностью закрытых машин пределы в таблице 2 должны быть увеличены на 10 °C.

Если машина подвергается прямому или косвенному нагреванию от двигателя или другого источника тепла, то изготовитель машины и пользователь по согласованию могут установить предел нагревания ниже пределов, указанных в таблице 2.

Примечание – Температура коллектора является только одним из факторов, влияющих на коммутацию, и, хотя, в целом, коммутация приводит к понижению температуры, это происходит не всегда.

9.1.5 Испытание нагреванием при кратковременной перегрузке

Если указаны параметры кратковременной перегрузки, то они должны быть подтверждены одним или несколькими испытаниями, которые следует провести следующим образом.

По завершении предыдущего испытания, начальное значение нагревания, указанное в таблице 3, можно получить при помощи экстраполяции кривой охлаждения критической обмотки (см. примечание 1). Кривую продолжают составлять в течение периода, не превышающего 5 мин с момента последнего показания (см. примечание 2 и 3) до тех пор, когда не будет получено значение,

указанное в таблице 3 (см. примечание 4). В это время следует подать кратковременную перегрузку при нормальных условиях вентиляции, и поддерживать в течение определенного времени, после чего испытание завершают, а нагревание определяют путем измерения сопротивления в соответствии с А.5.

Если полученное в ходе замеров нагревание находится в пределах 20 °С от конечного значения, указанного в таблице 3, то с помощью расчетов могут быть откорректированы либо номинальный ток или продолжительность испытания, чтобы нагревание соответствовало значению в таблице 3.

Если полученное в ходе измерений значение отличается от указанного в таблице 3 более чем на 20 °С, то испытание необходимо провести повторно и изменить либо значения тока или продолжительность испытания.

Таблица 3 – Нагревание при кратковременной перегрузке

Часть машины	Класс изоляции			
	B	F	H	200
Неподвижная обмотка или вращающаяся обмотка возбуждения генераторов переменного тока или синхронных электродвигателей				
– в начале испытания	85 °С	100 °С	120 °С	130 °С
– в конце	130 °С	155 °С	180 °С	200 °С
Все другие вращающиеся обмотки				
– в начале испытания	75 °С	85 °С	100 °С	110 °С
– в конце	120 °С	140 °С	160 °С	180 °С

Примечание 1 – Критической обмоткой коллекторных машин является якорь. В многофазных машинах – это статор.

Примечание 2 – По согласованию между изготовителем машины и пользователем может быть измерена температура других частей (например, короткозамкнутого ротора, коллектора, подшипников, и т.д.).

Примечание 3 – Для полностью закрытых машин значения нагревания, приведенные в таблице 3, необходимо увеличить на 10 °С.

Примечание 4 – По согласованию между изготовителем машины и пользователем может быть использован другой метод измерения начального нагревания.

9.2 Испытание технических параметров и допустимые отклонения

9.2.1 Общие положения

Испытания, подтверждающие соответствие машины указанным техническим характеристикам можно проводить любым соответствующим методом (примеры указаны в приложении Б), при этом испытания под

нагрузкой проводятся на нагретой машине.

Прямое измерение значений на входе и выходе используется только в том случае, если имеется измерительное оборудование высокой точности. Значения КПД, рассчитанные в ходе испытаний, необходимо откорректировать по значениям исходной температуры, так же как и другие результаты замеров, если они значительно отличаются.

Испытания технических характеристик машины, действующих при пульсирующем токе, могут проводиться при постоянном токе, но в этом случае при расчете КПД необходимо принять в расчет дополнительные потери сопротивления из-за пульсирующего тока, как указано в приложении Б.

Испытания по определению коэффициента полезного действия и потерь необходимо проводить только на тех машинах, которые прошли полностью типовые испытания, как определено в 8.1.2.

Реверсивные машины должны быть подвергнуты испытаниям в обоих направлениях вращения.

9.2.2 Тяговые коллекторные электродвигатели

Необходимо получить достаточное число замеров (например, четыре или пять для каждой кривой), чтобы можно было составить кривые гарантированных характеристик, соответствующих указанным характеристикам. Кривые гарантированной скорости/тока следует составлять на основании среднего значения скоростей первых четырех машин, прошедших испытания. Эти средние значения должны отличаться от соответствующих указанных значений только в пределах конструктивных допустимых отклонений, указанных в таблице 4, а скорость каждой из отдельно взятых машин должна отличаться от соответствующей гарантированной скорости только в пределах значений производственных допустимых отклонений, установленных в этой же таблице.

Кривые заявленного крутящего момента/тока должны быть рассчитаны по кривым скорости/тока, используя значения КПД, полученные в ходе типовых испытаний.

Примечание – Как указано в 6.4, гарантированные характеристики торможения могут быть рассчитаны либо по гарантированным характеристикам по результатам прокручивания или по результатам испытаний в режиме торможения. К характеристикам торможения не применяются допустимые отклонения, соответствие машины указанным основным электромагнитным характеристикам демонстрируются в режиме прокрутки.

Таблица 4 – Допустимое отклонение скорости тяговых коллекторных электродвигателей

Состояние обмотки возбуждения или КПД обмотки	Конструктивное допустимое отклонение, %		Производственное допустимое отклонение, %	
	Характеристическая точка Ch 1	Характеристическая точка Ch 2	Характеристическая точка Ch 1	Характеристическая точка Ch 2
Максимум	± 5	± 3	± 3,5	± 3
Между максимумом и 50 %	± 6	± 4	± 5	± 3
Менее 50 %	± 7	± 5	± 7	± 5

Характеристическая точка Ch 1 обозначает ток на соответствующей указанной или гарантированной кривой при 80 % наибольшей рабочей скорости, или наименьший ток, если скорость в этой точке меньше 80 % наибольшей рабочей скорости (см. рисунок 1).

Характеристическая точка Ch 2 обозначает ток при 90 % наибольшей рабочей скорости на соответствующей кривой (см. рисунок 1).

Между этими точками проводится линейная градуировка допустимых отклонений относительно тока.

Если характеристики машины с независимым возбуждением отличаются от характеристик, указанных на рисунке 1, и к ним не может быть применена таблица 4 (например, при возрастающей характеристике), то допустимые отклонения должны быть согласованы между изготовителем машины и пользователем.

Примечание – Машину с такими характеристиками можно считать главным генератором (см. 9.2.3), поскольку характеристики скорости/тока могут быть изменены после проведения типового испытания и применены допустимые отклонения скорости при проведении периодических испытаний с измененными значениями. Поправки в указанных значениях обмотки возбуждения должны быть в пределах значений системы управления и гарантированных номинальных значений обмотки возбуждения.

Допустимое отклонение следует увеличить на 1 % если двигатели функционируют при гарантированной номинальной мощности менее 75 кВт.

Установленные изготовителем машины гарантированные значения тока возбуждения электродвигателя с независимым возбуждением и коэффициенты производительности возбуждения электродвигателя с последовательным возбуждением могут отличаться от указанных в таблице при условии, что они находятся в пределах значений оборудования управления обмотки возбуждения.

Потери при гарантированных номинальных значениях не должны превышать значения, полученного по указанным характеристикам, более чем на ± 15 %.

Примечание – Если используется общепринятое значение, а не значение, полученное в ходе замеров для потерь при передаче, то сравнение между указанными и гарантированными потерями следует проводить только на основании потерь в машине.

9.2.3 Главные генераторы

Генераторы переменного тока, спроектированные для работы с выпрямляющим устройством, испытывают с соответствующим выпрямителем (см. рисунок 2). Бесколлекторный генератор переменного тока и его обмотка возбуждения рассматриваются как одна машина.

Если не может быть проведено испытание главных генераторов переменного тока при полной мощности, то следует провести соответствующие испытания холостого хода и короткого замыкания, чтобы подтвердить характеристики и определить производительность, применяя метод суммирования потерь согласно приложению Б. Подробные методы испытаний должны быть согласованы между изготовителем машины и пользователем.

Для регулируемого генератора необходимо сделать достаточное число замеров, чтобы составить гарантированные характеристические кривые, соответствующие указанным характеристикам, на основании замеров или расчетов по результатам испытаний холостого хода и короткого замыкания. Характеристические кривые следует составлять на основании средних значений, полученных в ходе испытания первых четырех машин.

На данном этапе изготовитель машины имеет право изменять значения возбуждения, при этом новые значения применяют для всех последующих испытаний. Кроме того, необходимо показать, что возбуждение, необходимое для получения гарантированных характеристик, находится в пределах значений регулирующего оборудования.

Наибольший ток и наибольшее напряжение, указанные в регулируемой части гарантированных характеристик при полной мощности (характеристические точки 1 и 2), должны отличаться от соответствующих значений на указанных кривых только на ± 5 %.

В генераторах с установленными характеристиками следует сделать достаточное число замеров с первых четырех испытуемых машин, чтобы составить гарантированные характеристики на основании среднего значения четырех замеров. Значения возбуждения могут отличаться от значений на указанных кривых, но новые значения должны быть использованы во всех последующих испытаниях.

Гарантированный наибольший ток, напряжение при номинальном токе и напряжение холостого хода (Характеристические точки Ch 1, Ch 2 и Ch 3) должны отличаться от соответствующих значений на заданной кривой только на ± 5 %.

В регулируемых генераторах и генераторах с установленными характеристиками потери при двух режимах максимально допустимой непрерывной нагрузки (указаны в 4.2.2) не должны превышать указанные

значения более чем на ± 15 %.

9.2.4 Вспомогательные электродвигатели

Необходимо сделать достаточное число замеров первых четырех испытуемых машин и на основании среднего значения замеров составить кривые гарантированных характеристик, соответствующие указанным характеристикам.

В дополнение, кривые гарантированной скорости и крутящего момента (или производительность) определяют при наибольшем и наименьшем напряжениях машины, если они отличаются более чем на ± 5 % от номинального значения.

Кривые гарантированных характеристик при разных значениях тока в пределах от 0,8 до 1,2 гарантированного номинального значения должны отличаться от указанных характеристик только на ± 5 %.

Потери при гарантированном номинальном значении должны превышать указанное значение только на ± 15 %.

9.2.5 Вспомогательные генераторы

Необходимо сделать достаточное число замеров первых четырех испытуемых машин и на основании среднего значения четырех замеров составить кривые гарантированных характеристик, соответствующие указанным характеристикам.

На машине, работающей с регулятором напряжения, проводится, по меньшей мере, одно из следующих испытаний с регулятором, установленным в цепь.

Заявленное напряжение на выходе нерегулируемого генератора должно отличаться только на ± 5 % от указанных характеристик в любой точке между напряжением холостого хода и гарантированным напряжением.

Допустимое отклонение напряжения регулируемого генератора зависит от характеристик регулятора, а не машины. Токи возбуждения могут отличаться от указанных значений, при условии, что они находятся в пределах значений регулятора.

Потери при гарантированном номинальном значении должны превышать указанное значение только на ± 15 %.

Следует провести испытание характеристик генератора переменного тока при разомкнутой и короткозамкнутой цепях и номинальной скорости, и по результатам средних значений провести оценку периодических испытаний.

9.2.6 Вспомогательные двигатель-генераторные агрегаты и якорные преобразователи

Необходимо сделать достаточное число замеров с первых четырех испытуемых машин, чтобы составить кривые гарантированных характеристик, соответствующие указанным характеристикам, которые получают по среднему значению четырех замеров. Если рассматривается регулируемая машина, то, по меньшей мере, одно из испытаний должно быть проведено с регулятором, установленным в цепь.

Для нерегулируемых машин гарантированная характеристика выходного напряжения должна отличаться от указанной характеристики только на ± 5 % в любой точке между током холостого хода и номинальным током. Допустимые отклонения не применяются к характеристикам скорость-ток.

Допустимое отклонение напряжения и частоты регулируемой машины зависит от характеристик регуляторов, а не машин.

Ток возбуждения регулируемой машины, функционирующей в любом диапазоне гарантированной характеристики, должен быть в пределах заявленного диапазона. Это значение может отличаться от указанного диапазона тока при условии, что пересмотренные значения находятся в пределах значений регулятора.

Потери машины при гарантированном номинальном значении не должны превышать указанное значение более чем на ± 15 %, кроме машин, приводящих в движение устройство внешней нагрузки, и в этом случае вход при гарантированном номинальном значении на входе не должно превышать указанное значение более чем на ± 5 %.

9.3 Коммутационные испытания

9.3.1 Общее положения

Результаты коммутационных испытаний должны быть записаны в соответствии с [7].

Машины должны выдерживать испытания без возникновения механических повреждений, пробоев или неисправимых повреждений, при этом неисправимыми повреждениями считаются те, которые влияют на удовлетворительную работу машины после завершения испытания.

Испытания проводятся на прогретой машине, каждая точка контроля удерживается не более 30 с. Если машина значительно перегревается после контрольных точек при сильном токе, то машину можно испытывать в течение некоторого времени при слабом токе, чтобы машина охладилась до нормальной рабочей температуры.

Машины с независимым или смешанным возбуждением подвергают испытаниям при соответствующих условиях обмотки возбуждения в каждой точке.

Машины должны быть подвергнуты испытаниям в каждом направлении вращения, которое имеет место при эксплуатации при специальном применении. Между испытаниями в разных направлениях вращения нельзя прикасаться к щеткам.

Испытания могут быть проведены в любой последовательности подачи токов и направлении вращения. При каждом изменении направления вращения машину можно испытывать не более 15 мин при значениях тока и скорости, которые выбирают таким образом, чтобы создать приемлемые условия контакта между щетками и коллектором.

Машины с одним направлением вращения ротора подвергают испытаниям только в течение времени, достаточного для того, чтобы удостовериться, что щетки полностью прилегают к ротору перед каждой контрольной точкой.

Электродвигатели переменного и пульсирующего тока подвергают испытаниям при номинальной частоте, если это двигатели переменного тока, и при эксплуатационной частоте пульсаций и коэффициенте пульсации тока, если это двигатели пульсирующего тока. В некоторых случаях частота может быть изменена в соответствии с примечанием 1 к 9.1.1.

9.3.2 Тяговые электродвигатели

Коммутационные испытания нужно проводить в следующих точках (см. рисунок 1):

– коммутационная точка номер 1 (Com 1): при наибольшей скорости, указанной на характеристической кривой, при этом в электродвигатель должен поступать наибольший ток, который подают при эксплуатации.

– коммутационная точка номер 2 (Com 2): при гарантированном значении тока.

– коммутационная точка номер 3 (Com 3): при наибольшем токе, указанном на соответствующей кривой.

Испытание в Com 2 и Com 3 следует проводить при максимальном и минимальном возбуждении, возникающем в этих точках при эксплуатации.

Испытательное напряжение выбирают следующим образом:

– для электродвигателей с прямым или косвенным питанием от контактной сети:

• напряжение, соответствующее наибольшему напряжению сети;

– для электродвигателей термоэлектрических транспортных средств:

• напряжение на выводах электродвигателя, функционирующего на полную мощность главного генератора;

– для электродвигателей с питанием от аккумулятора:

• напряжение, соответствующее напряжению холостого хода при полностью заряженном аккумуляторе.

Если при проведении испытаний в Com 2 и Com 3 при указанном выше напряжении, скорость электродвигателя выше, чем скорость для Com 1, то напряжение необходимо уменьшить до скорости в Com 1.

Если в любом вышеупомянутом случае максимальное напряжение, которое можно подать на двигатель, ограничивается регулирующим устройством, то испытание следует проводить при ограниченном напряжении.

Кроме того, последовательно подключенные электродвигатели с последовательным возбуждением без механического сцепления или автоматической защиты от проскальзывания, подвергают коммутационным испытаниям при наибольшем токе в обмотке возбуждения, который регулируют таким образом, чтобы электродвигатель работал при наибольшей рабочей скорости, при этом электропитание соответствует 1,5 номинального напряжения для электродвигателя с питанием от сети или аккумулятора, или 1,5 наибольшего напряжения для электродвигателей термоэлектрического транспортного средства.

Примечание – Наличие оборудования, указывающего на проскальзывание колеса, в то время как машинист сам устраняет процесс проскальзывания, недостаточно чтобы исключить испытание.

Двигатели с рекуперативным или реостатным торможением, должны быть испытаны при достаточном числе скоростей (например, четыре или пять) и тока в пределах диапазона характеристических кривых торможения.

Если в цепи рекуперативного или реостатного торможения, используемой в эксплуатации, пульсация однонаправленного тока больше 10 %, то коммутационные испытания в режиме торможения следует проводить в условиях, аналогичных условиям эксплуатации.

9.3.3 Главные генераторы

Коммутационные испытания следует проводить в следующих точках на характеристической кривой при полной мощности, как показано на рисунке 2:

– Com 1: наибольший ток;

– Com 2: ток при максимально допустимой непрерывной нагрузке при пониженном напряжении;

– Com 3: ток в точке разгрузки или, для нерегулируемого генератора, 50 % тока при испытаниях в Com 2.

9.3.4 Вспомогательные электродвигатели и генераторы и двигатель-генераторные агрегаты

Коммутационные испытания следует проводить только в четырех точках, которые необходимо выбрать так, чтобы охватить весь диапазон характеристик машины при наибольшем и наименьшем напряжениях, как определено в 4.5.

9.4 Испытания переходными процессами

9.4.1 Общие положения

Испытания переходными процессами проводят на электродвигателях постоянного тока и пульсирующего тока с прямым или косвенным питанием от контактной сети. Испытания нет необходимости проводить, если электропитание машины ограничивается электронным оборудованием от повторного подключения после прерывания тока или после скачка напряжения до значения, не превышающего максимальное, указанное на характеристической кривой.

Машины должны выдерживать каждое испытание без механических повреждений, пробоев или неисправимых повреждений, при этом неисправимыми повреждениями считаются те, которые мешают удовлетворительной работе машины после испытания.

Ограничения, существующей в испытательной лаборатории, могут препятствовать проверке двигателей повышенной мощности на соответствие указанным методом испытаний. В таких случаях изготовитель машины и пользователь договариваются об изменении методов испытаний.

9.4.2 Тяговые электродвигатели и электродвигатели главных двигатель–генераторных агрегатов

Испытания следует проводить, используя ручной или автоматический переключатель, прерывающий питание от контактной сети, когда в электродвигатель подается гарантированный номинальный ток, после чего в течение приблизительно 1 с соединение повторно налаживают. Если в обычную цепь встроено автоматическое устройство сопротивления или иное устройство защиты от чрезмерного тока при повторном подключении, то испытание следует проводить с этим устройством в цепи или через интервалы времени, соответствующие рабочему времени этого устройства.

Скорость вращения электродвигателя должна быть постоянной во время периода прерывания.

Если ослабление тока в обмотке возбуждения осуществляется одним методом (шунтированием обмотки возбуждения, переключением ответвлений, или регулированием тока при независимом возбуждении), то испытание следует

провести три раза при наибольшем токе в обмотке возбуждения и три раза при наименьшем токе с промежутком времени в несколько мин используя устройства ослабления тока в обмотке возбуждения аналогичные или соответствующие тем, что используются при эксплуатации.

Если ослабление тока в обмотке обеспечивается на некоторых точках кривой одним методом, а на других точках кривой другим методом, то испытание следует провести три раза при наибольшем токе в обмотке возбуждения и три раза при наименьшем токе в обмотке возбуждения, применяя каждый метод ослабления тока в обмотке.

Используя соответствующий самописец неустановившихся процессов следует показать, что в момент повторного соединения напряжение на выводах электродвигателя (или, если к электродвигателю постоянно подключен последовательно соединенный индуктор, то напряжение на электродвигателе и индукторе), по меньшей мере, соответствует наибольшему напряжению в сети, и напряжение впоследствии не падает ниже 0,9 значения, соответствующего номинальному напряжению в сети.

9.4.3 Вспомогательные электродвигатели, вспомогательные двигатель-генераторные агрегаты и вспомогательные якорные преобразователи

Испытания следует проводить с электродвигателем, оснащенным устройством управления и защиты, имитирующим условия нормальной эксплуатации. Применительно к двигатель-генераторному агрегату в цепи должны быть установлены регуляторы напряжения и частоты.

Питание следует прерывать и восстанавливать последовательно четыре раза так, чтобы между последовательными прерываниями повторно восстанавливались нормальные условия нагрузки, при этом электродвигатель должен функционировать при гарантированном номинальном значении с наименьшим током в обмотке возбуждения, которое можно обеспечить в этой точке кривой при эксплуатации. Два испытания следует провести с интервалом примерно 1 с между прерыванием и восстановлением и два испытания с интервалом почти равным рабочему времени защитного оборудования.

Напряжение источника энергоснабжения должно соответствовать напряжению, указанному в 9.4.2.

Для машин, имеющих обратную связь с главной цепью транспортного средства при прерывании электропитания, данные условия испытания создают путем имитации короткого замыкания машины при прерывании электропитания или другим соответствующим способом. Короткое замыкание не требуется делать, если в цепи установлены устройства (например, диод), предотвращающий обратную связь с главной цепью.

9.4.4 Испытание скачками напряжения вспомогательных электродвигателей, вспомогательных двигатель-генераторных агрегатов и вспомогательных якорных преобразователей

К машине подается электропитание с наименьшим напряжением через последовательно подключенное устройство сопротивления, которое, при коротком замыкании, повышает напряжение до наибольшего значения. Кроме того, в цепь следует установить оборудование управления и защиты машины, включая регулятор напряжения на выводах генератора.

Испытание следует провести последовательно пять раз, при этом наименьшее напряжение восстанавливают между каждым скачком напряжения. Самописец неустановившихся процессов должен показать, что при коротком замыкании устройства сопротивления напряжение электропитания не падает ниже напряжения, соответствующего номинальному напряжению в сети.

Вспомогательные электродвигатели, приводящие в движение устройства механической нагрузки, подвергают испытаниям с нагрузкой, которую подают на электродвигатели при работе с наименьшим напряжением и током в обмотке возбуждения.

Двигатель-генераторные агрегаты следует испытывать с генератором, обеспечивающим гарантированную номинальную мощность или наибольшую мощность, которую он может обеспечить при наименьшем входном напряжении, если оно меньше гарантированной номинальной мощности.

9.5 Испытание током короткого замыкания главных и вспомогательных генераторов переменного тока

Главные и вспомогательные генераторы переменного тока подвергают испытаниям, имитирующим условия повреждения, используя испытательную цепь, в которой установлены устройство защиты и обмотка возбуждения, создавая рабочие условия или подобные им.

Каждое испытание включает короткое замыкание в течение 5 с машины, работающей при номинальной скорости и разомкнутой цепи с гарантированным номинальным значением тока возбуждения.

По завершении каждого испытания должно быть очевидно срабатывание устройства защиты, а машина не получила никаких электрических или механических повреждений.

Короткое замыкание подают следующим образом:

– генераторы переменного тока, обеспечивающие, в основном, выпрямленный ток:

одно испытание проводят с полностью короткозамкнутым выпрямительным мостом, а другое с одним короткозамкнутым плечом моста;

– генераторы переменного тока, обеспечивающие, в основном, нагрузки

переменного тока:

одно испытание проводят с короткозамкнутыми фазами, а другое с одной короткозамкнутой фазой на фазу, или, если это сеть с прочно заземленной нейтралью, одной короткозамкнутой на нейтраль фазой.

9.6 Пусковые испытания

9.6.1 Общие положения

Следующие типы машин подвергают пусковым испытаниям:

а) однофазные коллекторные электродвигатели переменного тока, приводящие в движение локомотивы и другие транспортные средства, спроектированные для выполнения аналогичных перевозочных целей;

б) главные двигатель–генераторные агрегаты;

в) вспомогательные электродвигатели, вспомогательные двигатель-генераторные агрегаты и вспомогательные якорные преобразователи.

9.6.2 Однофазные локомотивные электродвигатели переменного тока

Прогретый электродвигатель следует испытать при наибольшем токе в течение 1 мин. Электропитание должно быть номинальной частоты, при этом напряжение следует отрегулировать так, чтобы двигатель вращался приблизительно при 5 % своей наибольшей рабочей скорости. Условия вентиляции электродвигателя должны соответствовать условиям вентиляции при эксплуатации.

Испытание следует проводить в обоих направлениях вращения электродвигателя, и оно не должно вызвать неисправимые повреждения коллектора, где неисправимыми повреждениями считаются повреждения, которые влияют на последующую удовлетворительную работу машины.

9.6.3 Главные двигатель-генераторные агрегаты

Испытания следует проводить, установив пусковое и защитное устройства, а электродвигатель переменного тока испытывать при номинальной частоте.

Машины, спроектированные для работы при пульсирующем токе или импульсном регулировании, должны быть испытаны при условиях электропитания, аналогичных условиям эксплуатации.

Электродвигатель запускают последовательно два раза при наименьшем напряжении, после чего, приблизительно с интервалом в пять мин между каждым запуском, подается наибольшее напряжение. Нагрузка на электродвигатель должна быть такой, чтобы крутящий момент приблизительно соответствовал запуску в условиях эксплуатации.

Электродвигатель должен функционировать удовлетворительно в момент

запуска. Процесс запуска должен пройти удовлетворительно без излишнего нагревания частей машины, искрения или неисправимого повреждения коллектора. Во время испытаний при наибольшем напряжении напряжение в машине не должно опускаться ниже 0,9 наибольшего значения, как указано в 4.5. Если ограничения, существующие на испытательном заводе, не позволяют обеспечить данное условие, то изготовитель машины и пользователь могут договориться о проведении другого метода.

9.6.4 Вспомогательные электродвигатели, вспомогательные двигатель-генераторные агрегаты и вспомогательные якорные преобразователи

Испытания следует проводить с пусковым и защитным устройствами, и если это электродвигатели переменного тока, то при номинальной частоте.

Машины, спроектированные для работы при пульсирующем токе или импульсном регулировании, должны быть испытаны при условиях электропитания, аналогичных условиям эксплуатации.

Электродвигатель запускают последовательно пять раз при наименьшем напряжении, после чего, приблизительно с интервалом в две мин между каждым запуском, подается наибольшее напряжение. Нагрузка на электродвигатель должна быть такой, чтобы крутящий момент приблизительно соответствовал запуску в условиях эксплуатации.

Работа электродвигателя и условия электропитания должны соответствовать условиям, указанным в 9.6.3.

9.7 Испытания при повышенной частоте вращения

После завершения периодического испытания следует провести измерение радиального биения коллектора. Испытание проводят с использованием самопищущего измерительного прибора.

9.8 Испытания на воздействие вибрации

9.8.1 Характеристики внутренней вибрации

Количественные измерения вибрации проводятся как типовое испытание.

Скорость вибрации при скорости электродвигателя до 3 600 об/мин должна быть в пределах, указанных в таблице 1 *ГОСТ 20815*, и соответствующих примечаниях к ней. Для машин со скоростью электродвигателя более 3 600 об/мин, значения предела увеличивают в 1,5 раз.

Измерение машин с переменной скоростью проводятся при разных скоростях, охватывающих весь рабочий диапазон скоростей.

Вибрации, скорость которых превышает предельные значения, могут

возникнуть вследствие резонанса в испытательной установочной плите, и в этом случае ими можно пренебречь при условии, что они не совпадают с дискретной рабочей скоростью, а общий уровень скорости в пределах диапазона скоростей не превышает установленные ограничения.

Если явление резонанса возникает при дискретной рабочей скорости, то испытание необходимо провести повторно на другой испытательной установочной плите.

Примечание – Воздействие внешних вибраций на машину не рассматривается в данном стандарте. Смотрите стандарт *СТ РК МЭК 61373*.

10 Периодические испытания

10.1 Кратковременные испытания прочности

10.1.1 Общие положения

Кратковременное испытание прочности проводится на всех машинах, кроме машин с короткозамкнутым ротором.

10.1.2 Условия испытаний

Машины следует испытывать с подачей нагрузки, в течение 1 ч в холодном состоянии, при этом условия испытания (напряжение, ток, ток возбуждения и вентиляция) выбирают таким образом, чтобы обмотка нагрелась до значения, приблизительно соответствующего значению в конце испытания при гарантированном номинальном значении.

Электродвигатели, которые во время эксплуатации функционируют при пульсирующем токе, должны быть испытаны постоянным током.

Генераторы переменного тока можно испытывать при коротком замыкании. Если ток на выходе генератора переменного тока проходит через выпрямитель, то испытание может быть проведено без него.

Машины можно испытывать парами, при этом один работает в качестве электродвигателя, а другой как генератор.

Метод измерения температуры и сопротивления должен соответствовать приложению А, за исключением кривых нагревания и охлаждения, которые следует составлять, как указано в 10.1.3.

10.1.3 Составление кривых нагревания и охлаждения

Кривые нагревания или охлаждения составляют как при типовых испытаниях первых десяти машин, на которые сделан заказ. Кривые каждой обмотки первых четырех испытуемых электродвигателей приводят к среднему значению, что является временным основанием для приема или отказа от

последующих машин до тех пор, пока не будет испытано десять машин.

После чего гарантированная кривая нагревания или охлаждения каждой обмотки является средним значением для десяти испытанных машин.

Если машины испытывают парами, то отдельно для генераторов и электродвигателей устанавливают средние значения.

При последующих испытаниях, достаточно применять одно значение при измерении устройства сопротивления или температуры, которое делают в течение 1 мин после начала процесса охлаждения. Следует отметить время проведения этого измерения, чтобы полученный результат можно было сравнить со значением на соответствующей гарантированной кривой, а время проведения измерения увеличить более 1 мин в соответствии с А.4.

10.1.4 Оценка результатов

Машина считается прошедшей периодическое испытание на прочность, если значения нагревания, отмеченные в момент начала процесса охлаждения, превышают гарантированные значения на кривой, как указано в 10.1.3, только на 8 % или 10 °С.

Примечание – Если гарантированные значения на кривой нагревания близки значениям, указанным в таблице 2, то допускается, и приемлемо, чтобы результаты отдельных периодических испытаний превышали эти предельные значения.

Если машина нагревается больше допустимого гарантированного значения на кривой нагревания, то может быть проведено типовое испытание при гарантированном номинальном значении, а машина считается принятой, если она проходит это испытание.

Применение в допустимых пределах материалов разного качества для изготовления машин одного заказа может привести к различиям в средних значениях нагревания этих машин. Если вследствие этого машины не проходят периодические испытания, несмотря на то, что впоследствии они прошли типовые испытания, то могут быть установлены новые гарантированные значения на кривой нагревания, которые должны быть больше предыдущих значений только на 5 %.

10.2 Характеристические испытания и допустимые отклонения

10.2.1 Общие положения

Эти испытания могут быть проведены любым соответствующим методом на прогретой машине. Полученные значения нет необходимости корректировать относительно исходной температуры, если только не выполнение этого условия станет причиной отказа приема машины.

При этих испытаниях не требуется проводить испытаний на определение

коэффициента полезного действия и испытаний в режиме торможения.

Машины, функционирующие во время эксплуатации при пульсирующем токе, следует испытать постоянным током, а машины, спроектированные для работы при перестраиваемом многофазном электропитании, должны быть испытаны синусоидальным переменным током.

Обратимые машины должны быть подвергнуты испытаниям в обоих направлениях вращения.

10.2.2 Тяговые коллекторные электродвигатели

Скорость следует измерять в точках Ch 1 и Ch 2 при наибольшем и наименьшем токе возбуждения. Для электродвигателей с независимым возбуждением кривые следует составлять при постоянном токе возбуждения, а измерение достаточно сделать в точке Ch 2 (см. рисунок 1).

Значения скорости должны отличаться от гарантированных значений только в пределах производственных допустимых отклонений, указанных в таблице 4.

10.2.3 Главные генераторы

Для регулируемых генераторов измерения следует делать в следующих точках на характеристической кривой регулируемой полной мощности, при этом значения тока в независимой обмотке возбуждения должны соответствовать значениям, установленным для типовых испытаний (см. рисунок 2):

– Ch 1: при наибольшем токе в регулируемой части на характеристической кривой;

– Ch 2: при наибольшем напряжении в регулируемой части гарантированной характеристики.

Наибольший ток и наибольшее напряжение должны отличаться от соответствующих значений на гарантированной кривой только в пределах ± 5 %.

Примечание – Если наибольший ток, показанный на гарантированной характеристике, приходится на регулируемую часть характеристики, то допуск по току не применяется, достаточно показать, что ток возбуждения не превышает гарантированные пределы при максимальном токе нагрузки.

Для генератора с установленными характеристиками измерения следует делать в следующих трех точках на кривой наибольшей мощности:

– Ch 1: напряжение, соответствующее наибольшему току;

– Ch 2: номинальный ток при пониженном напряжении;

– Ch 3: разомкнутая цепь.

Наибольший ток в точке Ch 1 и напряжения в точках Ch 2 и Ch 3 должны отличаться от гарантированных значений только в пределах ± 5 %.

10.4 Другие виды испытаний генераторов переменного тока

К другим видам испытаний относятся испытания при разомкнутой цепи и коротком замыкании.

Напряжение разомкнутой цепи и ток короткого замыкания должны отличаться от значений, установленных во время типового испытания не более ± 5 %.

10.2.5 Вспомогательные электродвигатели

Скорость коллекторных машин следует измерять при гарантированном номинальном значении и максимальным током в обмотке возбуждения, при этом скорость должна отличаться от заявленного значения только на ± 5 %.

Проскальзывание асинхронных машин следует измерять при гарантированном номинальном значении, а полученное значение должно отличаться от заявленного значения не более ± 20 %.

10.2.6 Вспомогательные генераторы

В нерегулируемых генераторах постоянного тока напряжение при разомкнутой цепи и номинальном токе следует измерять, когда машина функционирует при номинальной скорости. Полученные значения напряжения должны отличаться от гарантированных значений только в пределах ± 5 %.

В регулируемых генераторах постоянного тока следует измерить токи возбуждения, необходимые для выработки номинального напряжения в разомкнутой цепи при наибольшей скорости и при максимальной нагрузке и наименьшей скорости. Полученные значения должны отличаться от гарантированных значений не более ± 5 %.

В генераторах постоянного тока напряжение разомкнутой цепи и ток короткого замыкания при номинальной скорости измеряют при двух указанных значениях тока возбуждения, которые должны быть равны 100 % и 50 % наибольшего тока возбуждения. Значения напряжений и токов должны отличаться от значений, установленных во время типовых испытаний, не более ± 5 %.

Допустимые отклонения установленные для машин с регулятором, может быть увеличены при условии, что гарантированная характеристика выходного напряжения находится в рабочих пределах регулятора, и нагревание обмотки возбуждения соответствует требованиям испытания на прочность.

10.2.7 Вспомогательные двигатель-генераторные агрегаты и преобразователи

В нерегулируемых агрегатах выходное напряжение и скорость машины следует измерять при наибольшем и наименьшем значениях электропитания, при этом цепь генератора находится в разомкнутом состоянии и, кроме того, он должен обеспечивать номинальный ток на выходе. В генераторах переменного тока ток на выходе должен соответствовать указанному коэффициенту мощности. Выходное напряжение и частота должны отличаться от соответствующих значений на гарантированной кривой только на ± 5 %.

В регулируемых агрегатах следует измерить не более четырех агрегатов в точках, подтверждающих то, что любая точка на гарантированной характеристике соответствует рабочему диапазону регулирующего оборудования. Достаточно провести измерения при наибольшем напряжении электропитания и без нагрузки с одной стороны, и при наименьшем напряжении электропитания и максимальной нагрузке с другой стороны, но в некоторых случаях желательно проводить дополнительные измерения. Допустимые отклонения по напряжению и частоте зависят от регулирующих устройств, а не машины. Ток на входе в указанных точках измерения при испытаниях под нагрузкой должен отличаться от соответствующих гарантированных значений не более ± 5 %.

10.3 Периодические испытания коммутацией

10.3.1 Общие положения

Общие требования к периодическим испытаниям коммутацией соответствуют тем, что указаны в 9.3 для типовых испытаний, за исключением электродвигателей, функционирующих при пульсирующем токе, которые можно испытывать постоянным током.

10.3.2 Тяговые электродвигатели

Тяговые электродвигатели следует испытывать в точках Com 1, Com 2 и Com 3 при минимальном токе возбуждения, используемом в этих точках при эксплуатации (см. рисунок 1).

Не требуется проводить ни дополнительное испытание, ни в режиме торможения электродвигателей с постоянным последовательным подключением.

10.3.3 Главные генераторы

Главные генераторы следует испытывать в точках Com 1 и Com 2 (см. рисунок 2).

10.3.4 Вспомогательные электродвигатели и генераторы и двигатель-генераторные агрегаты

Электродвигатели следует испытывать при наибольшем напряжении с током равным 1,5 гарантированного номинального значения или наибольшем токе в машинах специального применения, если оно меньше. Скорость при испытаниях должна соответствовать наибольшей скорости при нормальной эксплуатации.

Условия испытаний генераторов (включая генераторов, являющихся частью двигатель-генераторных агрегатов) такие же, но при номинальном выходном напряжении.

Электродвигатели двигатель-генераторных агрегатов следует испытывать при наименьшем напряжении, при этом генератор должен обеспечивать наибольшую мощность, как при нормальной эксплуатации.

10.4 Испытания при повышенной частоте вращения

10.4.1 Общие положения

Испытания при повышенной частоте вращения являются периодическими испытаниями для всех коллекторных и фазно-роторных машин, и типовыми испытаниями для всех других типов машин. Прогретые машины в течение 2 мин испытывают при значениях скорости, указанных ниже, после которых не должно быть заметно никакой остаточной деформации, а машины должны пройти испытания прочности изоляции на пробой, указанные в 10.5.

10.4.2 Тяговые электродвигатели

Тяговые электродвигатели следует подвергнуть испытанию при 1,2 наибольшей рабочей скорости как указано в 3.7.1.

Для постоянно подключенных электродвигателей с последовательным возбуждением без механического сцепления скорость вращения должна быть увеличена до 1,3. Если имеется защита от проскальзывания, то коэффициент может быть равен 1,2 если он согласован между пользователем и изготовителем машины.

Примечание – Наличие оборудования, только указывающего на проскальзывание колеса, в то время как машинист сам устраняет процесс не достаточно, чтобы исключить повышенный коэффициент скорости вращения.

10.4.3 Главные или вспомогательные генераторы с автономным двигателем

Главные или вспомогательные генераторы с автономным двигателем проходят испытания при 1,2 максимальной рабочей скорости как определено в 3.7.2.

10.4.4 Генераторы с приводом от вала транспортного средства

Генераторы с приводом от вала транспортного средства испытывают на скорости равной 1,2 наибольшей рабочей скорости как указано в 3.7.3.

10.4.5 Главные или вспомогательные двигатель-генераторные агрегаты, вспомогательные преобразователи и вспомогательные электродвигатели

Главные или вспомогательные двигатель-генераторные агрегаты, вспомогательные преобразователи и вспомогательные электродвигатели подвергают испытаниям на скорости равной 1,2 наибольшей рабочей скорости как указано в 3.7.4.

10.5 Испытания прочности изоляции на пробой

Испытание напряжением следует проводить при переменном токе приблизительно синусоидальной формы и частоте между 25 Гц и 100 Гц, но по согласованию между изготовителем машины и пользователем до размещения заказа может быть проведено испытание постоянным током.

Испытательное напряжение подают между обмотками каждой цепи и рамой, при этом обмотки всех других цепей должны быть присоединены к раме. Испытательное напряжение подается только на новые машины, все части которых должны быть установлены, как при нормальных рабочих условиях.

Испытание проводится сразу же вслед за периодическими испытаниями, описанными в предыдущих пунктах.

Испытательное напряжение следует увеличивать постепенно, в самом начале испытания оно должно быть равно не более одной трети конечного значения, указанного в таблице 5. По достижении конечного значения напряжения его удерживают в течение 60 с.

Таблица 5 – Напряжения при испытании прочности изоляции на пробой

Группа	Обмотка возбуждения	Испытательное напряжение
1	а) Обмотки присоединены прямо к контактной сети. б) Обмотки, присоединены к контактной сети через трансформаторный выпрямитель или модулятор без промежуточной цепи	Переменный ток: 2,25 U_1 + 2 000 В Постоянный ток: 3,825 U_1 + 3 400 В
2	Обмотки, не присоединены к контактной сети (кроме 3 группы)	Переменный ток: 2 U_2 + 1 000 В или по меньшей мере 1 500 В Постоянный ток: 3,4 U_2 + 1 700 В или по меньшей мере 2 550 В

3	Обмотки возбуждения генераторов переменного тока	Переменный ток: 10 U_3 или по меньшей мере 1 500 В и максимально 3 500 В Постоянный ток: 17 U_3 или по меньшей мере 2 550 В и максимально 5 950 В

U_1 – наибольшее напряжение относительно заземления, которое может быть подано на обмотку, когда в контактной сети номинальное напряжение.

U_2 – наибольшее напряжение относительно земли, которое может быть подано на обмотку при нормальной эксплуатации.

U_3 – наибольшее напряжение в обмотке возбуждения.

Примечание 1 – Электродвигатели с питанием от трансформатора или выпрямителя, питаемого переменным током, или модулятора, питаемого от сети постоянного тока, относятся к 1 группе.

Примечание 2 – Испытательными напряжениями являются действующие значения, как напряжения U_1, U_2 и U_3 при переменных напряжениях. При однонаправленных напряжениях, включая напряжение на выходе систем импульсного управления напряжения U_1, U_2 и U_3 являются средними арифметическими формами волны.

Примечание 3 – Если обмотка напряжения не заземлена, то для U_1, U_2 и U_3 устанавливают наибольшие значения напряжений, которые возникают в обмотке, если какая-либо ее часть цепи будет заземлена.

Примечание 4 – При определении значений напряжения U_1 и U_2 следует учитывать напряжение, которое может возникнуть в цепи вследствие работы систем управления и характеристик защитных устройств.

10.6 Испытания на воздействие вибрации (дисбаланс)

Каждую машину следует проверить на вибрации, возникающие вследствие дисбаланса машины. Машина должна работать равномерно в пределах диапазона рабочих скоростей при установке на испытательном стенде, а нормой считается сбалансированная работа машины.

Если машину предполагается применять с оборудованием, для которого имеет важное значение предел воздействия вибраций машины, то по согласованию между изготовителем машины и пользователем на каждой машине может быть проведено испытание, описываемое в 9.8.

10.7 Измерение радиального биения коллектора

По указанию пользователя машины сразу же после завершения периодического испытания следует провести измерение радиального биения коллектора. Измерение следует проводить, используя прибор, ведущий постоянную запись измерения радиального биения коллектора.

Радиальное биение является разницей между максимальной и минимальной

высотой коллекторных пластин. Значения не должны превышать значения, указанные в таблице 6, кроме того, не должно быть резких изменений формы пластин.

В некоторых случаях может возникнуть необходимость указать пониженные пределы значений в отличие от тех, что указаны в таблице 6 и в других таблицах (например, значения низкой скорости вспомогательных машин), в этом случае допустимый предел коммутации можно получить повышенными значениями биения коллектора. Для этого изготовитель машины и пользователь должны установить по согласованию другие значения пределов.

Таблица 6 – Пределы радиального биения коллектора

Диаметр коллектора, мм	Максимальное радиальное биение, мм
До 400	0,03
400 до 800	0,04
Более 800 и все одноподшипниковые или свободноподвешенные машины	0,06

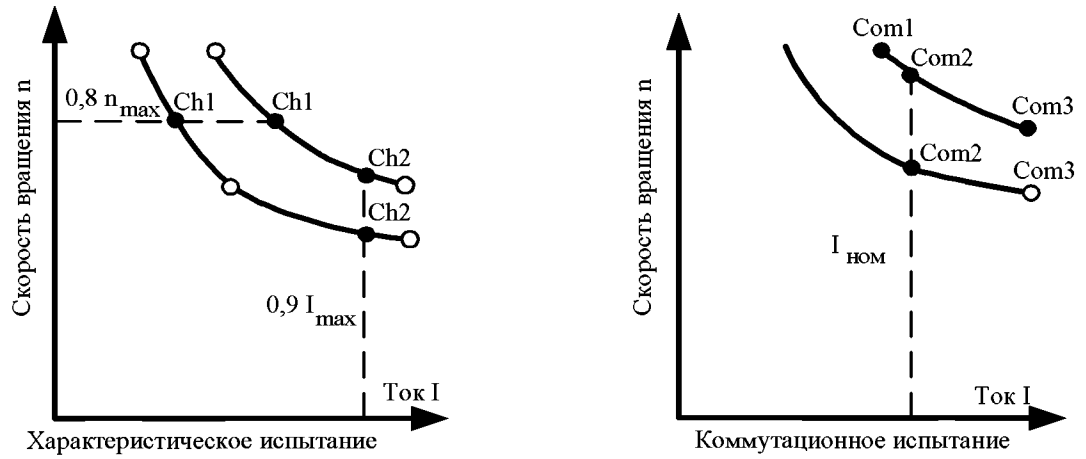


Рисунок 1а – Электродвигатель с последовательным возбуждением с питанием от контактной сети

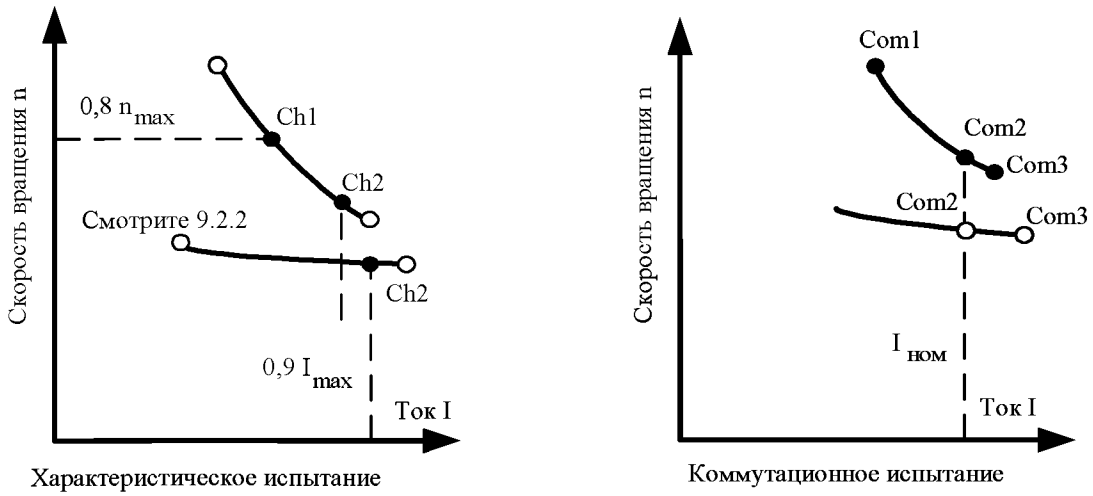


Рисунок 1б – Электродвигатель с независимым или смешанным возбуждением с питанием от контактной сети

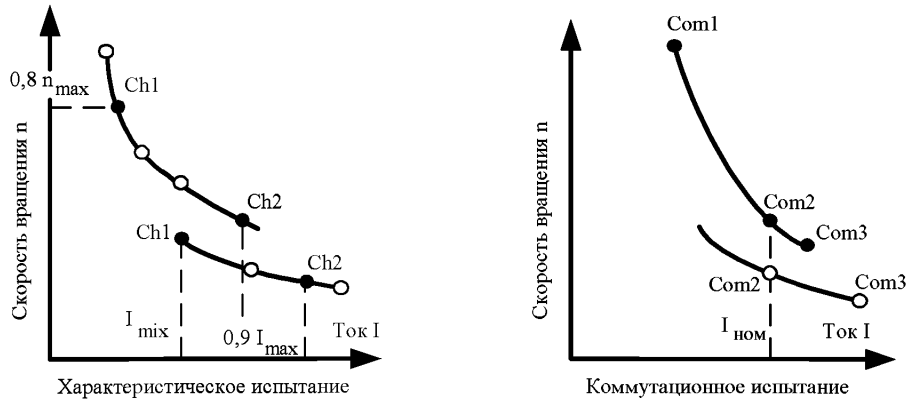


Рисунок 1в – Электродвигатель термоэлектрического транспортного средства

Примечание

- Точка типового испытания
- Точка типового и стандартного испытания

Рисунок 1 – Точки испытания тягового коллекторного электродвигателя

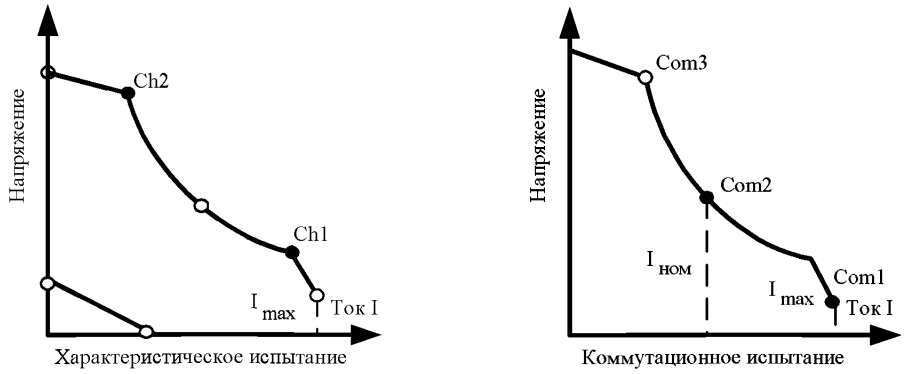


Рисунок 2а – Регулируемый генератор

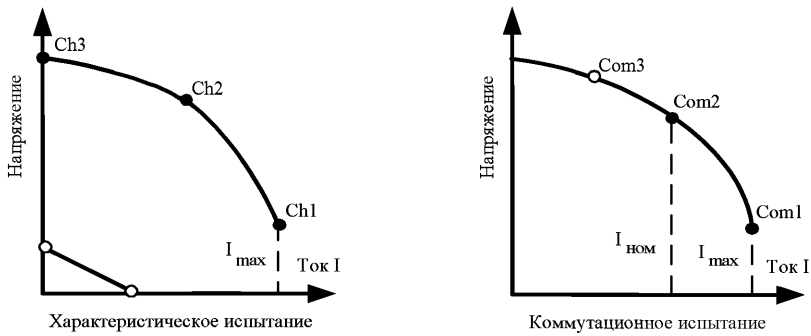


Рисунок 2б – Генератор с установленными характеристиками

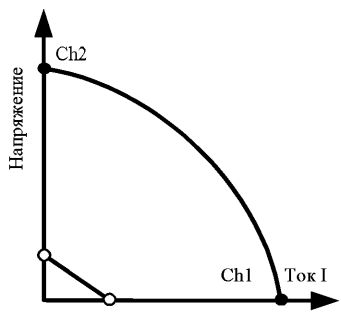


Рисунок 2в – Другой вариант характеристического испытания генераторов переменного тока большого размера

Примечание

° Точка типового испытания

• Точка типового и стандартного испытания

Рисунок 2 – Точки испытаний главного генератора

Приложение А
(обязательное)

Измерение температуры

А.1 Температура частей машины

Применяются два метода измерения температуры частей машин:

а) метод измерения сопротивления в изолированных обмотках;

б) метод измерения электрическим термометром коллекторов, асинхронных электродвигателей с контактными кольцами и постоянно короткозамкнутых неизолированных обмоток.

Не допускается применение поправок к измеренным значениям нагревания машин, если во время испытаний температура охлаждающего воздуха в пределах 10 °С и 40 °С. Если, во время типовых испытаний значения температуры охлаждающего воздуха превышают указанные пределы, то корректировка нагревания машины допускается по соглашению между изготовителем машины и пользователем.

Перед кратковременным испытанием, пользуясь термометром или измерив сопротивление необходимо убедиться, что температура обмоток в пределах 4 °С температуры охлаждающего воздуха. При расчете нагревания обмотки разницу в первоначальной температуре до 4 °С следует вычесть из полученного значения, если температура обмотки выше или прибавить, если она ниже.

Метод сопротивления

Данный метод позволяет определить нагревание обмоток по увеличению их сопротивления.

В медных обмотках их нагревание в конце испытаний определяют следующей формулой:

$$T_{нагр} = t_2 - t_a = \frac{R_2}{R_1}(235 + t_1) - (235 + t_a),$$

где:

t_1 – начальная температура обмотки в градусах Цельсия;

R_1 – начальное сопротивление обмотки при температуре t_1;

t_2 – температура обмотки в конце испытания в градусах Цельсия;

R_2 – сопротивление обмотки в конце испытания;

t_a – температура охлаждающего воздуха в конце испытания в градусах Цельсия.

Примечание – Для материалов отличных от меди, значение 235 в вышеуказанной формуле должно быть заменено значением, соответствующим температурному коэффициенту сопротивления рассматриваемого материала при 0 °С.

Метод электрического термометра

Данный метод позволяет определить температуру с помощью электрического термометра, который прикладывают к наиболее горячим точкам в соответствующих частях машины сразу же после ее остановки.

А.2 Температура охлаждающего воздуха

В полностью закрытых электрических машинах без внешней вентиляции, температура охлаждающего воздуха следует измерять по меньшей мере четырьмя термометрами, установленными вокруг машины на расстоянии от 1 до 2 м до машины.

Во всех других случаях температуру охлаждающего воздуха следует измерять на входе к машине, а если таких входов несколько, то для полученных значений выводят среднее значение.

В обоих случаях термометры должны быть закрыты от излучаемого машиной тепла и воздушной тяги, чтобы показывать действительную температуру поступающего воздуха или вокруг нее. Во избежание погрешностей вследствие изменения температуры охлаждающего воздуха необходимо принять все меры, чтобы свести такие изменения до минимума.

Температура охлаждающего воздуха в конце испытаний должна быть средним значением всех измерений, сделанных с интервалом приблизительно 15 мин за последний час работы в режиме максимально допустимой непрерывной нагрузки или в течение кратковременного испытания.

А.3 Измерение сопротивления

А.3.1 Начальная хладостойкость

Измерение начальной хладостойкости следует проводить при помощи инструментов, которые в последующем будут использованы для измерения нагревостойкости, но сами измерения нет необходимости проводить в начале каждого испытания. Температура обмотки регистрируется на поверхности обмотки термометром во время измерения сопротивления, она не должна отличаться от температуры окружающей среды более 4 °С.

А.3.2 Нагревостойкость

Если имеется возможность измерить падение напряжения в обмотке, проводящей постоянный ток во время работы машины, то следует рассчитать сопротивление, используя полученные значения, сделанные через интервалы

времени во время испытания обмоток, проводящих испытательный ток.

В других случаях сопротивление следует измерить сразу же после остановки машины в конце испытаний. Измерения можно проводить вольтметром и амперметром, используя мост или другие соответствующие способы, но для всех измерений, включая измерение начальной хладостойкости, следует применять один метод измерения на определенной обмотке.

Если измерения проводятся с помощью вольтметра и амперметра, то ток должен быть достаточной силы, чтобы показания были точны, а сами приборы не влияли на измерения вследствие нагревания.

Примечание – В целом, значение в пределах 10 % номинального тока соответствует этому требованию.

При измерении сопротивления обмотки якоря ток следует подать на коллектор через щетки, а напряжение должно быть измерено между двумя отмеченными пластинами коллектора, расположенными между двумя щеткодержателями, покрывающими приблизительно половину пластин коллектора на каждом полюсе.

При использовании моста измерители напряжения должны быть расположены как при измерении вольтметром и амперметром. В обмотках с уравнительными соединениями измерители тока следует устанавливать на щетках, расположенных с измерителями напряжения.

В типовых испытаниях для измерений используют те же отмеченные пластины коллектора, что и при измерении хладостойкости и нагревостойкости, если только не будет доказано, что разницей в сопротивлении между парами равномерно расположенных вокруг коллектора пластин можно пренебречь.

А.4 Остановка машин и начало их охлаждения

В конце испытаний машины необходимо остановить по мере возможности в течение короткого промежутка времени.

Рекомендуется применять метод торможения, при котором в испытуемой машине не проходит ток, и в этом случае началом охлаждения следует считать время, когда главную цепь размыкают непосредственно перед торможением, при этом в этот момент прерывают вентиляцию.

Если данный метод не осуществим, то могут быть применены методы, при которых в испытуемой машине проходит ток, при условии, что машину быстро останавливают, а ток нагрузки продолжает быть постоянным в течение периода торможения. Началом охлаждения следует считать время, когда ток нагрузки понизится до 80 % испытательного значения, и в этот момент следует остановить вентиляцию.

В крупногабаритных машинах, которые невозможно остановить в течение 45 с чтобы измерить хладостойкость, пользователь и изготовитель машины по согласованию могут предусмотреть специальные устройства торможения и продлить время торможения, но не более 2 мин. Кроме того, данный максимальный предел времени может быть применен в том случае, если при составлении кривых охлаждения установлены специальные щетки.

А.5 Время измерения сопротивления нагревостойкости и экстраполяция кривых охлаждения и нагревания

а) При измерении нагревостойкости во время работы машины последние замеры следует проводить непосредственно перед завершением испытания на нагревание. При кратковременном испытании измерения следует проводить не позднее 10 с перед началом торможения.

б) Измерение сопротивления в каждой обмотке, которые невозможно проводить во время работы машины, следует проводить не позднее 45 с после начала охлаждения машины (см. 9.1.5), которые продолжают по меньшей мере в течение 5 мин.

В последующих измерениях время не должно превышать 20 с в течение первых 3 мин и 30 с.

Значения нагревания машины, рассчитанные по этим замерам, должны быть составлены в зависимости от времени, используя логарифмическую шкалу для температуры и линейную шкалу для времени, при этом полученную кривую экстраполируют по времени начала охлаждения, что позволяет получить значение нагревания в конце испытания.

Приложение Б
(справочное)

Методы определения потерь и КПД

Б.1 Общие положения

В данном приложении описываются некоторые методы определения потерь и коэффициента полезного действия машин, рассматриваемых в данном стандарте.

Независимо от метода испытаний следует учитывать следующие условия:

а) нагрузка должна быть постоянной по меньшей мере в течение 10 с перед тем, как регистрируют показания приборов;

б) сопротивление в обмотках следует измерять непосредственно перед и после каждой последовательности измерений (например, измерения полного возбуждения в одном направлении вращения являются одной последовательностью), что позволяет внести поправки в коэффициент полезного действия по исходной температуре 150 °С (см. 6.2). Для того чтобы внести эти поправки, значения сопротивления в обмотке, полученные во время последовательных измерений, приводят к арифметическому среднему двух вышеуказанных измерений;

в) общее значение упавшего напряжения на щеточном контакте (U_c) равно 3 В, если щетки не прикреплены посредством гибкого соединения с щеткодержателям, и 2 В, если они соединены с ними;

г) коэффициент полезного действия обратимых машин при определенном значении тока определяют как арифметическое среднее коэффициента полезного действия в каждом направлении вращения;

д) если в коэффициент производительности тягового электродвигателя включены потери при передаче, то их рекомендуется проверить испытаниями. Если это невозможно, то могут быть приняты общепринятые значения, указанные в этом приложении, если не указаны другие значения на характеристической кривой.

Б.2 Обозначения

По тексту данного приложения применяются следующие обозначения:

U_m - напряжение на зажимах электродвигателя;

U_g - напряжение на зажимах генератора;

U_b - напряжение на зажимах стартового усилителя;

U_l - напряжение электропитания;

U_f - напряжение в сериесной обмотке возбуждения электродвигателя;

U_c - общее значение падения контактного напряжения на положительной и отрицательной щетках машины;

I_m - ток электродвигателя;

I_g - ток генератора;

I_b - ток стартового усилителя;

I_l - ток в сети;

i_s - ток независимого возбуждения;

i_m - ток шунтовой обмотки возбуждения электродвигателя;

i_g - ток шунтовой обмотки возбуждения генератора;

R_m - сумма значений якорной, коммутирующей и компенсирующий обмоток сопротивления электродвигателя;

R_g - сумма значений якорной, коммутирующей и компенсирующей обмоток сопротивления генератора;

r_m - сопротивление сериесной обмотки возбуждения электродвигателя;

r_g - сопротивление сериесной обмотки возбуждения генератора;

r_s - сопротивление при исходной температуре (150 °С) независимой обмотки возбуждения, включая внешнее устройство сопротивления, установленное в цепь;

r_{sh} - сопротивление при исходной температуре шунтовой обмотки возбуждения включая устройство внешнего сопротивления;

P_l - выходная мощность сети;

P_{lr} - мощность на выходе электродвигателя с учетом постоянных потерь;

P_{lt} - общие потери;

P_{cm} - потери в коммутирующей и сериесной обмотках возбуждения электродвигателя;

P_{cg} - потери в коммутирующей и сериесной обмотках возбуждения генератора;

P_{sm} - потери в сериесной обмотке возбуждения электродвигателя;

P_m - силовой вход электродвигателя;

P_a - составляющая переменного или пульсирующего тока в силовом входе электродвигателя;

P_f - общая мощность возбуждения (двигатель + генератор);

R - сумма значений сопротивления при испытательной температуре всех обмоток, проводящих ток нагрузки; (см. А.1)

R_t - значение R с поправкой на исходную температуру.

Следующие сокращения используются в обозначениях схемы:

Д - электродвигатель;

Г - генератор;

У - стартовый усилитель;

ПД - потери электродвигателя при вращении.

Обозначения для вольтметра и амперметра не применяются, также как и для шунтового ваттметра.

Б.3 Поправка результатов на исходную температуру

Формулы, указанные в Б.4, позволяют внести поправки в коэффициент полезного действия на исходную температуру путем добавления следующего условия $2x(R - R_t)xI_m^2$ или $2x(R - R_t)xI_g^2$ соответственно. Вносить поправки на потери в обмотках независимого возбуждения и шунтовых обмотках нет необходимости, потому что их рассчитывают по исходной температуре.

Б.4 Методы восстановления

Метод восстановления основан на сцеплении двух аналогичных друг другу машин, одна из которых действует как электродвигатель, а другая как генератор. Цепи устанавливают таким образом, чтобы обмотки возбуждения обеих машин находились как можно ближе друг к другу, соответственно, потери, зависящие от магнитной индукции можно считать равномерно распределенными. С помощью формулы вычисляют коэффициент полезного действия при исходной температуре.

Б.4.1 Параллельное соединение

Потери происходят частично в сети с постоянным напряжением и частично в стартовом усилителе, который также контролирует ток нагрузки.

Данный метод применим ко всем типам электродвигателей и генераторов постоянного тока.

Управление двумя машинами с последовательным возбуждением и, в частности, их остановку в конце испытания, можно упростить, если для сериесной обмотки возбуждения генератора установить независимое возбуждение. Во время измерений ток возбуждения следует уравнять с током

нагрузки электродвигателя, а при расчете коэффициента полезного действия r_g приравнять к нулю.

Для обмоток, кроме сериесной обмотки возбуждения, следует использовать независимое возбуждение, ток в которой должен соответствовать току электродвигателя и генератора.

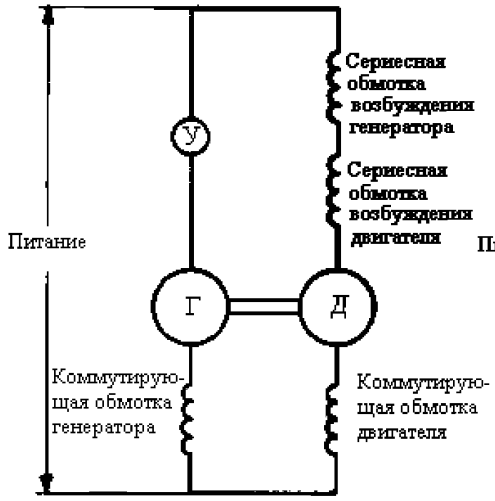


Рисунок Б.1а – Испытание электродвигателя

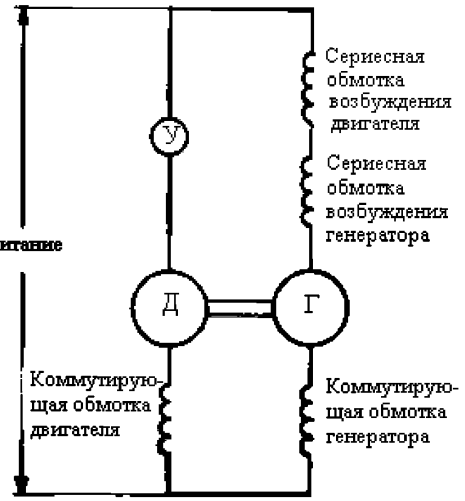


Рисунок Б.1б – Испытание генератора

Рисунок Б.1 – Схема определения потерь и КПД параллельно подсоединенных машин методом восстановления

КПД электродвигателя =

$$= \frac{2U_m I_m - U_b I_g - U_l I_l - (R_m + r_m - r_g) I_m^{\ 2} + R_g I_g^{\ 2} - U_c I_b + 2(R - R_t) I_m^{\ 2}}{2(U_m I_m + r_s I_s^{\ 2})} \qquad (Б.1)$$

КПД генератора =

$$= \frac{2U_g I_g}{2U_g I_g + U_b I_m + U_l I_l + (R_g + r_g - r_m) I_g^{\ 2} - R_m I_m^{\ 2} - U_c I_l + 2r_s i_s^{\ 2} - 2(R - R_t) I_g^{\ 2}} \qquad (Б.2)$$

Б.4.2 Последовательное соединение

При отсутствии соответствующего сетевого электропитания может быть использовано последовательное соединение.

Оно менее стабильно, чем параллельная цепь и не рекомендуется к применению при наличии других методов.

Другие обмотки возбуждения с независимым возбуждением представлены на рисунках Б.2а и Б.2б.

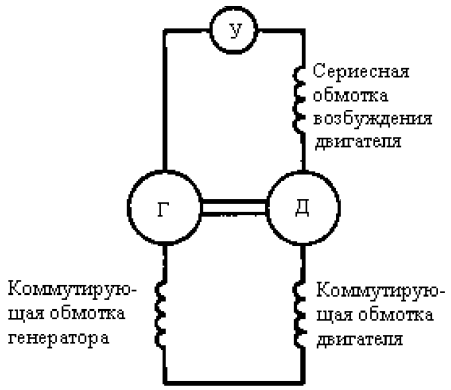


Рисунок Б.2а – Испытание электродвигателя

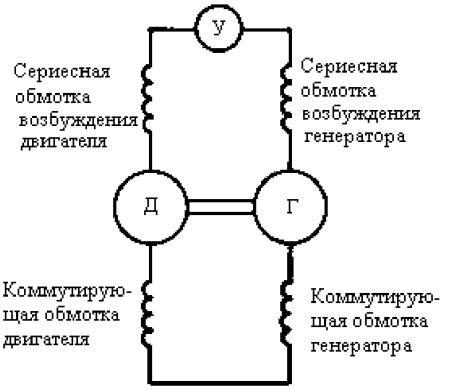


Рисунок Б.2б – Испытание генератора

Рисунок Б.2 – Схема определения потерь и КПД последовательно подсоединенных машин методом восстановления

$$\text{КПД электродвигателя} = \frac{(2U_m - U_b - U_f)I_m + 2(R - R_t){I_m}^2}{2(U_m I_m + r_5 I_5^2)} \qquad (Б.3)$$

$$\text{КПД генератора} = \frac{2U_g I_g}{(2U_g + U_b)I_g + 2r_s {I_s}^2 - 2(R - R_t){I_g}^2} \qquad (Б.4)$$

Б.4.3 Последовательное соединение с механическим приводом

Данный метод аналогичен методу, указанному в Б.4.2, но в данном случае используется электродвигатель с известным КПД и постоянными потерями.

Данный метод более соответствует испытаниям электродвигателя, приводимого в движение главными и вспомогательными генераторными агрегатами, поскольку вспомогательная машина может быть использована как испытательный электродвигатель.

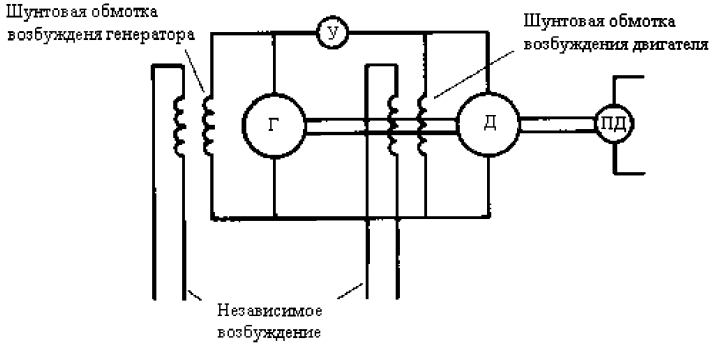


Рисунок Б.3 – Схема определения потерь и КПД последовательно подсоединенных машин с механическим приводом методом восстановления

$$\text{КПД генератора} = \frac{2(U_g I_g - r_{sh} i_g^{\,2})}{2(U_g I_g + r_s i_s^{\,2}) + U_b I_g + P_h - 2(R - R_t) I_g^2} \qquad \text{(Б.5)}$$

Б.4.4 Последовательное соединение для однофазных коллекторных электродвигателей переменного тока

Если предположить, что значения температуры в соответствующих обмотках двух машин одинаковы, то

$$\text{КПД электродвигателя} = \frac{2P_m - P_{lt} + P_{cg} - P_{cm} + 2(R - R_t) I_m^{\,2}}{2P_m} \qquad \text{(Б.6)}$$

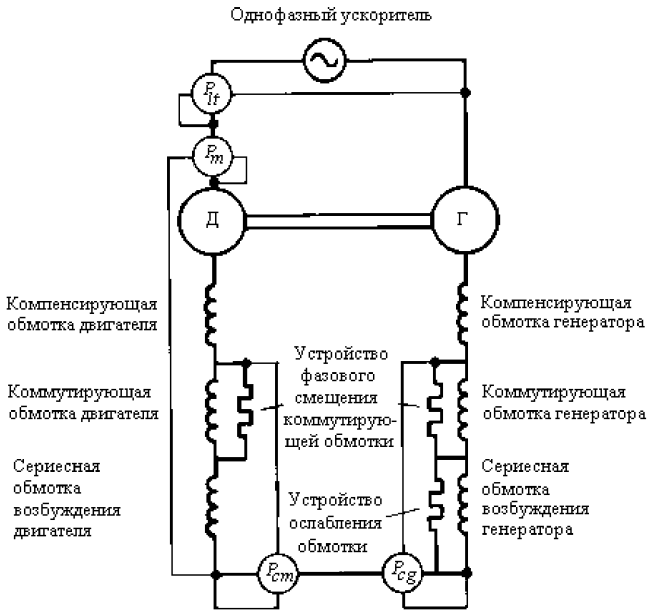


Рисунок Б.4 – Схема определения потерь и КПД однофазных коллекторных электродвигателей переменного тока последовательно подсоединенными машинами методом восстановления

Б.4.5 Последовательное соединение электродвигателей, функционирующих при пульсирующем токе

Если предположить, что значения температуры в соответствующих обмотках двух машин равны, то

$$\text{КПД двигателя} = \frac{2P_m - P_{lt} - P_{sm} + 2(R - R_t)I_m^{\ 2}}{2(P_m + r_s I_s^{\ 2})} \qquad \text{(Б.7)}$$

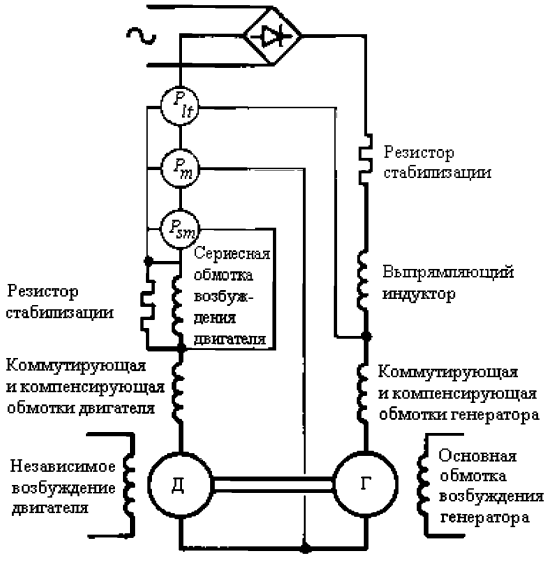


Рисунок Б.5 – Схема определения потерь и КПД электродвигателей, функционирующим при пульсирующем токе, последовательно подсоединенными машинами методом восстановления

При измерении P_{lt}, P_{sm} и P_m рекомендуется использовать милливаттметр. В токовые катушки электропитание должно поступать через соответствующие шунты, а в катушки напряжения через соответствующие резисторы.

Сглаживающий индуктор должен быть настроен таким образом, чтобы значение коэффициента пульсации тока было таким же, как при номинальном напряжении электропитания.

Б.4.6 Параллельное соединение электродвигателей, функционирующих при пульсирующем токе, с независимым возбуждением

$$\text{КПД двигателя} = \frac{2\ P_m - P_1 - P_a - R_a I_m^{\ 2} + R_m I_m^{\ 2} + R_g I_g^{\ 2} - U_c I_1 + 2(R - R_t) I_m^{\ 2}}{2(P_m + P_t)} \quad \text{(Б.8)}$$

Индуктор, установленный в цепь питания, ограничивает поступающий в цепь питания пульсирующий ток.

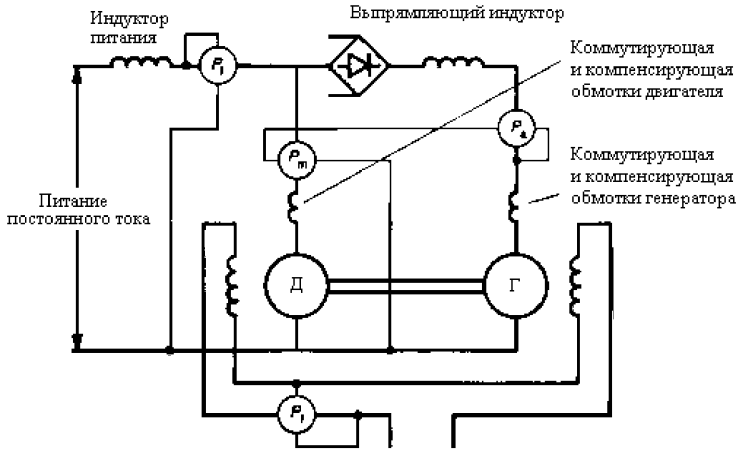


Рисунок Б.6 – Схема определения потерь и КПД электродвигателей, функционирующих при пульсирующем токе, параллельно подсоединенными машинами методом восстановления

Б.5 Измерение потерь переменного тока в электродвигателях, функционирующих при пульсирующем токе

$$\text{КПД пульсирующего тока} = \frac{КПД\ постоянного\ тока}{1+\dfrac{P_a}{U_m I_m}} \qquad (Б.9)$$

P_a измеряют ваттметром, точность показаний которого до 200 Гц.

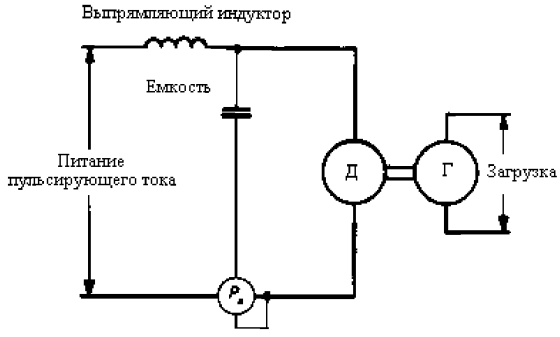


Рисунок Б.7 – Схема измерения потерь переменного тока в электродвигателях, функционирующих при пульсирующем токе

КПД, прежде всего, определяют для электродвигателей с питанием постоянного тока.

Затем на электродвигатель подают соответствующий пульсирующий ток при соответствующем напряжении U_m (среднее арифметическое значение) и соответствующем токе I_m (среднее арифметическое значение). Электродвигатель приводит в движение генератор, нагрузку которого можно отрегулировать таким образом, чтобы ток электродвигателя был равен I_m (проводить измерение генератора нет необходимости).

P_a измеряются при помощи ваттметра переменного тока, в токовые катушки которого питание подают от соответствующего шунта, при этом через катушки напряжения, подсоединенные к зажимам электродвигателя с установленным в цепь конденсатором, пропускают только переменные составляющие напряжения.

Б.6 Способ суммирования потерь

Б.6.1 Основные положения

КПД следует определять в соответствии с [8], кроме того, необходимо применять следующие специфические требования к машинам, соответствующим этому стандарту:

а) исходная температура должна быть 150 °С;

б) общее значение упавшего напряжения на щеточном контакте равно 3 В, если щетки не прикреплены посредством гибкого соединения с щеткодержателям, и 2 В, если они соединены с ними;

в) I^2R потери в обмотках, проводящих пульсирующий ток, должны быть откорректированы в соответствии с рисунком Б.9;

г) общепринятые значения потерь при передаче в тяговых электродвигателях должны быть в соответствии с рисунком Б.10;

д) потери при дополнительных нагрузках должны быть включены в соответствии с Б.6.2.

Б.6.2 Дополнительные нагрузочные потери

Б.6.2.1 Машины постоянного тока

Принято считать, что потери при дополнительной нагрузке компенсированной машины постоянного тока равны потерям в связи с утечкой тока при коротком замыкании, которые определены как полная входная мощность за вычетом I^2R, потерь на трение и сопротивление воздуха, когда машина работает как генератор в цепи короткого замыкания при таком же токе и скорости, как при нагрузке.

Потери при дополнительной нагрузке некомпенсированной машины постоянного тока следует считать как потери в связи с утечкой тока при коротком замыкании, умноженные на константу k_1, полученную из рисунка Б.8, при этом соотношение обмотки к ампер-виткам якоря такое же, как при нагрузке.

Б.6.2.2 Асинхронные машины переменного тока

Если стандарт [8] не применим, то следует использовать стандарт [9].

$$K_2 = 1 + \frac{1}{2}\left(\frac{I_{пульс}}{I_{средняя}}\right)^2 \qquad \text{(Б.10)}$$

Откорректированные потери $I^2R = I_{ср.знач.}{}^2 \; x \; k_2 \; x \; R$ (Б.11)

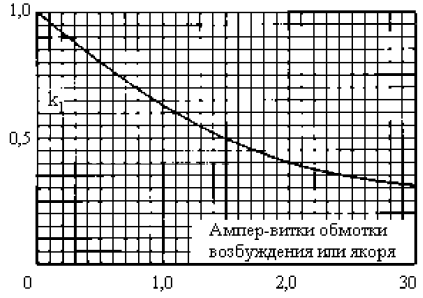


Рисунок Б.8 – Коэффициент поправки потерь при дополнительной нагрузке некомпенсированных машин постоянного тока

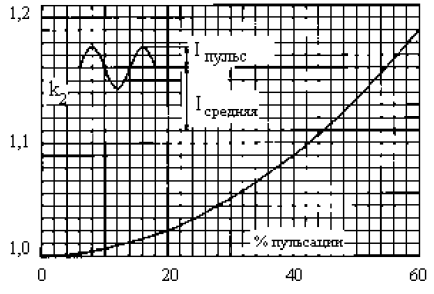
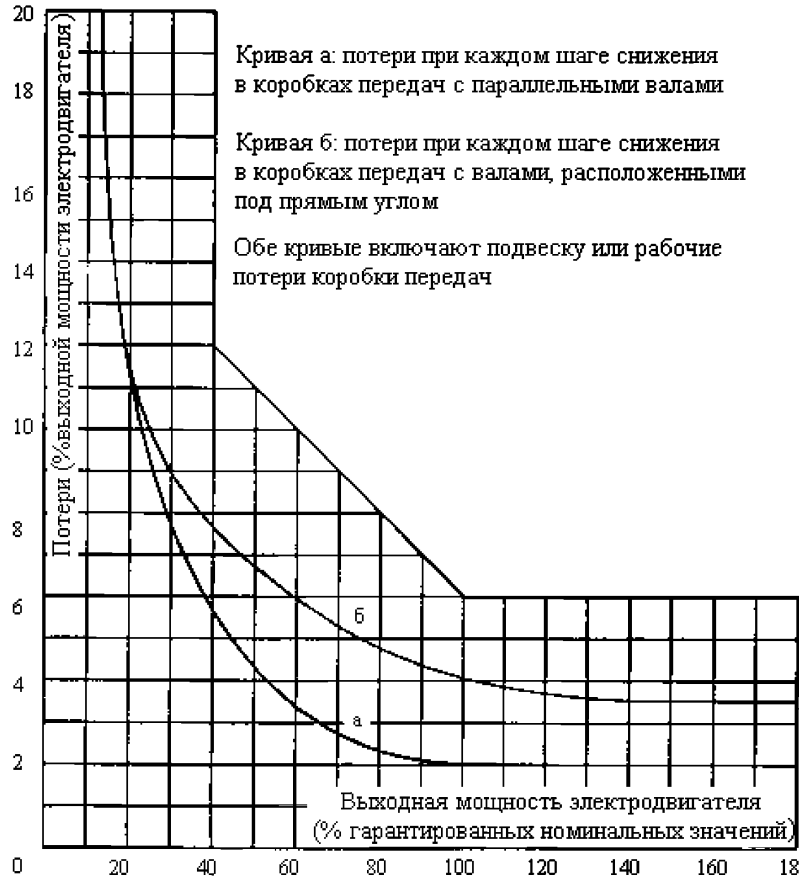


Рисунок Б.9 – Коэффициент поправки потерь пульсирующего тока I^2R



Примечание – Эти общепринятые значения потерь применяются для расчета рабочих характеристик транспортного средства при отсутствии более точной информации. Эти значения не являются основанием для отказа от машин или устройств.

Также смотрите примечание к 9.2.2.

Рисунок Б.10 – Общепринятые значения потерь при передаче тяговых электродвигателей

Приложение В
(справочное)

Замер шумов и его пределы

В. 1 Замер шумов

Если требуется провести замер шумов, то данное условие должно быть указано пользователем машины и проведено на одной из машин, выполненных по заказу. Если протокол испытаний на похожей машине из предыдущего заказа с применением метода, описанного в этом приложении показывает, что данное требование соответствуют норме, то машины можно считать приемлемыми для пользователя, а требование к пределам шумов удовлетворенным.

В.2 Термины и определения

В данном приложении используются следующие термины и определения.

В.2.1 **Уровень звукового давления:** Уровень звукового давления L_p, выраженный формулой (В.1):

$$L_p = 20\log_{10}\frac{p}{p_0}, \qquad (В.1)$$

где p – измеренное значение уровня звукового давления;

p_0 – исходный уровень звукового давления, определяемый по формуле (В.2)

$$p_0 = 2\text{x}10^{-5}\ \text{Па или}\ 20\ \text{мкПа} \qquad (В.2)$$

В.2.2 **Уровень звука:** *Показание шумомера, соответствующего ГОСТ 17187.*

В.2.3 **Частотный спектр шумов:** Спектр уровня распространения звукового давления на всем протяжении диапазона частот. Вид спектра зависит от характеристик ширины полосы пропускания используемого анализатора.

В.2.4 **Уровень звукового давления в полосе частот:** В определенном диапазоне частот действительный уровень звукового давления, соответствующий звуковой энергии в пределах диапазона частот.

В.2.5 **Уровень звуковой (акустической) мощности:** Уровень звуковой мощности L_W, выраженный формулой (В.3)

$$L_w = 10 \log_{10} \frac{W}{W_0} , \quad (В.3)$$

где W – измеренное значение звуковой мощности;

W_0 – исходная звуковая мощность, выраженная единицей измерения Вт.

$$W_0 = 10^{-12} W \quad \text{или 1 пВт} \quad (В.4)$$

Примечание - L_{WA} является псофометрическим значением уровня звуковой мощности, т.е. уровень звуковой мощности в каждом диапазоне частот измерен псофометром в соответствии со шкалой А.

В.2.6 **Заданный путь:** Воображаемая линия вокруг машины, подробное описание которой дано в этом приложении, вдоль которой располагаются точки снятия замеров.

В.2.7 **Эквивалентная сфера:** Предполагаемая сфера, окружающая машину, на которой делаются измерения, радиус которой обозначается как r_s.

В.3 Условия испытаний

В.3.1 Подготовка машины

Вибрации, передаваемые электродвигателем основанию или другим частям помещения, где проводятся испытания, могут влиять на уровень звукового давления в этом помещении. Такое воздействие вибраций должно быть уменьшено насколько это возможно, например, путем установления машины на специальное эластичное крепление.

Машина, со всеми щитками на местах, должна быть полностью собрана, сцепления с другим оборудованием не должно быть. Тяговые электродвигатели испытываются без редукторов.

Отдельно вентилируемые машины испытываются при стандартном воздушном потоке, но вентиляторы должны быть установлены так, чтобы производимый ими шум не оказывал сильного воздействия на результаты испытаний.

В.3.2 Режим работы

Машины приводятся в движение в холостом режиме при стандартной рабочей скорости. Если существует диапазон скоростей – в режиме максимальной рабочей скорости. Машина, предназначенная для работы при двух или более дискретных (различных) скоростях испытывается при каждой из

этих скоростей. Реверсивные машины испытываются в двух направлениях вращения.

В.3.3 Фоновый шум

Результаты измерений в каждой точке измерения корректируются с поправкой на фоновый шум, т.е. посторонние звуки в точках снятия замеров, включая те, что производятся испытательным оборудованием.

В начале для каждого октавного диапазона частот делают замеры фонового шума в каждой точке снятия замера шумов, когда машина еще не испытывается. При испытании машины показания в каждой точке снятия замеров шумов должны быть выше показаний фонового шума не менее чем на 10 дБ. Если разница в показаниях менее 10 дБ, то необходимо внести поправки, как указано в таблице В.1.

Таблица В.1 –Поправки

Повышение уровня шумов, произведенные машиной, дБ	Децибелы, вычитаемые от полученных значений
3	3
4 до 5	2
6 до 9	1

Если поправка равна 3, то откорректированный уровень шума должен быть указан в скобках. Если поправки составляют менее 3 дБ, то измерения не имеют какого-либо значения.

В.4 Измерительные инструменты

В.4.1 Класс

Шумомер должен быть класса 1, как указано в ГОСТ 17187.

Фильтры, применяемые для анализа шумов, должны быть класса 1, как указано в *ГОСТ 17168*, т.е. это фильтры для точных лабораторных и натурных измерений.

В.4.2 Калибровка измерительного оборудования

В начале должны быть проверены все акустические характеристики укомплектованного измерительного оборудования, оно должно быть отрегулировано до начала каждой серии измерения шумов машины, также оборудование должно быть перепроверено после измерений.

Проверка оборудования на месте испытания дополняется детальной калибровкой в лаборатории всего измерительного оборудования по меньшей мере один раз в два года.

В.4.3 Расположение инструментов и эксперта

Измерительные усилители или фильтры должны находиться на расстоянии не менее 0,3 м, а эксперт на расстоянии не менее 1 м от микрофона, чтобы

уменьшить количество погрешностей из-за возникающих звукоотражений. После того, как шумы, производимые машиной, получат направленность, измерение шумов в условиях частичной отражаемости шумов считаются наиболее подходящим способом измерения.

В.5 Методы измерений шума

В.5.1 Метод

Для всех машин измерения проводятся по предписанным путям, показанным на рисунке В.2 или В.3.

Для машины с максимальным линейным размером l (за исключением вала), равным или превышающим 0,25 м, прямолинейные пути находятся в ближайшей точке на расстоянии 1 м от поверхности машины.

В случае, если l составляет менее 0,25 м, то прямолинейные пути находятся в ближайшей точке на расстоянии d от поверхности машины между $4l$ и 1 м, но не менее 0,25 м. Для машин с горизонтальным положением вала, заданный путь, проходящий параллельно отражательной плоскости земли, должен быть на высоте вала или 0,25 м от пола, каким бы он ни был высоким (см. рисунок В.2).

Для машин с вертикально расположенным валом, заданный путь, проходящий параллельно отражательной плоскости земли, должен быть равен половине высоты машины, но не менее 0,25 м (см. рисунок В.3).

Во всех случаях заданный путь в вертикальной плоскости должен быть в плоскости вала.

В.5.2 Расположение точек замера

Положение точек замера вокруг указанных заданных путей должно соответствовать значениям на рисунках В.2 и В.3, точки замера должны быть отмечены в интервале 1 м, начиная с пяти основных точек замера, указанных на рисунках В.2 и В.3

В.5.3 Определяемые величины

Из полученных измерений, требуемых по В.5.1, в точках снятия замеров должны быть определены следующие величины:

а) уровень звука в дБ (А);

б) уровни звукового давления в октавных диапазонах частот, центр которых проходит от 125 Гц до 4000 Гц, при этом шумомеры должны быть настроены на линейную реакцию или (С) взвешивание, если линейная реакция не доступна.

В.6 Расчеты

В. 6.1 Поправки в измерениях

В результаты измерений в каждой точке замера должны быть внесены поправки на фоновый шум, т.е. посторонние шумы, за исключением самой машины. К посторонним также относится шум испытательного оборудования (см. В.3.3).

В.6.2 Расчет средних уровней

Уровень звукового давления и средние уровни звукового давления в диапазоне частот рассчитываются по результатам измерений (после поправки в соответствии с В.6.1), путем получения среднего значения согласно уравнению:

$$L_{p(M)} = 10\ \log_{10}\left[\frac{1}{n}\left(anti\log_{10}\frac{L_{p(1)}}{10} + anti\log_{10}\frac{L_{p(2)}}{10} + \ldots + anti\log_{10}\frac{L_{p(n)}}{10}\right)\right], \qquad (B.5)$$

где:

$L_{p(M)}$ - средний уровень звукового давления (А) (или средний уровень звукового давления в диапазоне частот) в децибелах;

$L_{p(1)}$ - уровень звукового давления (А) (или уровень звукового давления в диапазоне частот) в децибелах в первом положении;

$L_{p(n)}$ - уровень звукового давления (А) (или уровень звукового давления в диапазоне частот) в децибелах в положении n;

n - число точек замеров.

Если замеры в дБ в разных испытательных положениях не отличаются более чем на 5 дБ, то при помощи вычисления среднего арифметического показаний в дБ можно получить результат, не отличающийся более чем на 0,7 дБ от значения, полученного по вышеуказанному уравнению.

В.6.3 Расчет радиуса и площади эквивалентной сферы

Для расчета средних уровней звукового давления в исходном радиусе необходимо предположить, что вдоль заданных путей, указанных на рисунках В.2 и В.3, были сделаны замеры над сферой радиусом r_s,

$$r_s = \left[\frac{a(b+c)}{2}\right]^{0,5}, \qquad (B.6)$$

где значения a, b и c указаны на рисунках В.2 и В.3

Площадь этой эквивалентной сферы выражена формулой:

$$S = \pi\, a\, (b + c) \qquad (B.7)$$

Примечание – Площадь эквивалентной сферы с указанным радиусом r_s меньше площади поверхности, обозначенной заданными путями измерений.

В.6.4 Расчет приблизительных уровней звуковой мощности в октавном диапазоне частот

Уровни звуковой мощности в октавном диапазоне частот можно получить из значений средних уровней звуковой мощности в октавном диапазоне частот, учитывая воздействие помещения на измеренные средние значения.

Воздействие помещения можно определить путем применения небольшого устройства как источника звуковой мощности в широком диапазоне частот (приемлемы некоторые виды аэродинамических шумов) с известной акустической мощностью W_r.

Примечание – Если испытуемая машина небольших размеров и производит шумы широкого диапазона частот, то ее можно считать исходным источником шумов.

Определение уровня звуковой мощности W_r источника исходных шумов (в октавном диапазоне частот) в начале проводится по методу, указанному в В.5.1

После этого источник исходных шумов заменяется испытуемой машиной в помещении с частичным отражением звуков, а средние уровни звуковой мощности в октавном диапазоне частот выводятся из значений, полученных в точках снятия замеров, установленных для машин при испытании.

Уровни звуковой мощности в октавном диапазоне частот испытуемой машины определяются по уравнению:

$$10\log_{10}\frac{W}{W_0} = 10\log_{10}\frac{W_r}{W_0} + 20\log_{10}\frac{p_M}{p_0} - 20\log_{10}\frac{p_{Mr}}{p_0} \qquad \text{(В.8)}$$

$$\text{или } L_w = L_{p(r)} + L_{p(M)} - L_{p(Mr)}, \qquad \text{(В.9)}$$

где:

L_W - уровень звуковой мощности в октавном диапазоне частот испытуемой машины;

$L_{p(r)}$ - уровень звуковой мощности в октавном диапазоне частот исходного источника;

$L_{p(M)}$ - средний уровень звуковой мощности в октавном диапазоне частот испытуемой машины;

$L_{p(Mr)}$ - средний уровень звуковой мощности в октавном диапазоне частот исходного источника.

В.6.5 Расчет (A) псофометрического уровня звуковой мощности

По значениям уровней звуковой мощности в диапазоне частот, полученных в соответствии с В.6.4, рассчитывается приблизительный (А) псофометрический уровень звуковой мощности согласно методу В.6.7 где вместо значения уровня звукового давления подставляется значение уровень звуковой мощности.

В.6.6 Расчет приблизительного значения среднего уровня звукового давления в октавном диапазоне частот

Значения средних уровней звукового давления в октавном диапазоне частот в исходном радиусе 3 м могут быть вычислены путем вычитания 18 дБ от значения уровня звуковой мощности в октавном диапазоне частот, рассчитанного в соответствии с В.6.4

В.6.7 Расчет среднего уровня звукового давления (А)

Средний уровень звукового давления (А) в исходном радиусе 3 м можно вычислить по значениям уровней звуковой мощности в октавном диапазоне частот в В.6.6.

а) к значениям уровня звуковой мощности в октавном диапазоне частот В.6.6 применим псофометрические поправки, указанные в таблице В.2

Таблица В.2 –Поправки

Октавный диапазон частот с центром, Гц	Поправка, дБ
125	-16
250	-9
500	-3
1 000	0
2 000	+1
4 000	+1

б) Суммируем псофометрические значения уровней звукового давления октавного диапазона частот в соответствии с уравнением ниже:

$$L_{A(M)} = 10\log_{10}\left[anti\log_{10}\frac{L_{p(01)}}{10} + anti\log_{10}\frac{L_{p(02)}}{10} + ... + anti\log_{10}\frac{L_{p(06)}}{10}\right], \qquad (B.10)$$

где:

$L_{A(M)}$ - средний уровень звукового давления (А) в децибелах;

$L_{p(01)}$ - первое псофометрическое значение уровня звукового давления октавного диапазона частот;

$L_{p(06)}$ - шестое псофометрическое значение уровня звукового давления октавного диапазона частот.

В.7 Поправки на чистые тоны

Определение чистых тонов проводится частотным сканированием путем применения анализа быстрого преобразования Фурье в точке, где замеры показывают наибольший уровень звукового давления. Если анализ показывает наличие одного или более чистых тонов в октавном диапазоне частот, центр которых располагается между 250 Гц и 4 000 Гц, то их можно считать значительными только, если значение уровня звукового давления одной трети

октавных диапазонов частот, содержащих чистые тоны, на 5 дБ выше значений средних уровней двух смежных октавных частот. В таких случаях, к значению уровня звуковой мощности, полученному при замерах, прибавляется соответствующая поправка в дБ по таблице В.3. Если значительные чистые тоны содержатся в более чем одной октавной частоте, то прибавляемая величина должна быть та, что является наибольшей из значений поправок.

Таблица В.3 – Поправки на чистые тоны

Децибелы выше среднего уровня	Поправка, дБ
5< $\Delta L \leq 6$	3
6< $\Delta L \leq 8$	4
8< $\Delta L \leq 10$	5
$\Delta L > 10$	6

В.8 Пределы шумов

Максимальный уровень звукового давления тягового электродвигателя, включая поправки на чистые тоны, указан на рисунке В.1 для тяговых электродвигателей и в ГОСТ 16372 для других типов вспомогательных двигателей.

Рекомендуемые пределы шумов указаны для электродвигателей со стандартной конструкцией тяги и стандартами сборки. Если требуются более низкие значения пределов звукового давления, то для этого требуется увеличить массу электродвигателя и защитные покрытия.

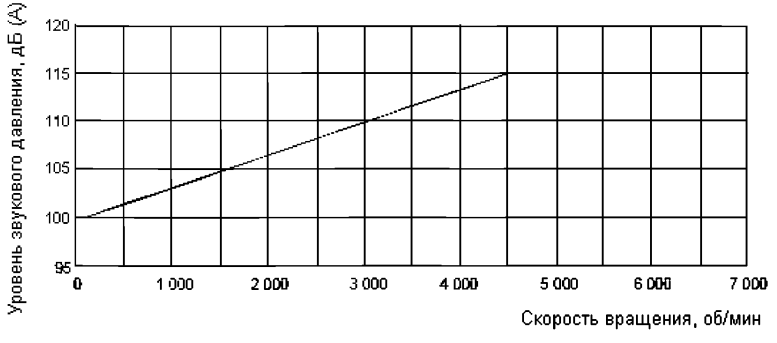


Рисунок В.1 – Пределы среднего уровня звукового давления воздушных помех, создаваемых тяговыми электродвигателями

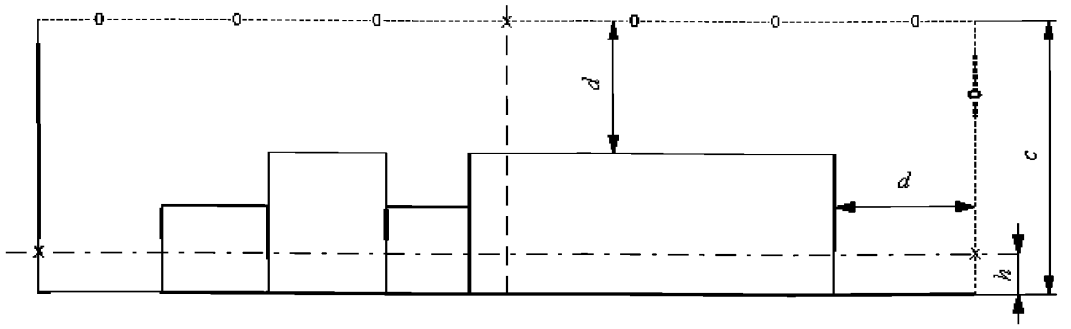


Рисунок В.2 а) – Заданный путь в вертикальной плоскости

l м	d м
≥ 0,25 < 0,25	1 4 *l* ≤ d ≤ 1 d > 0,25

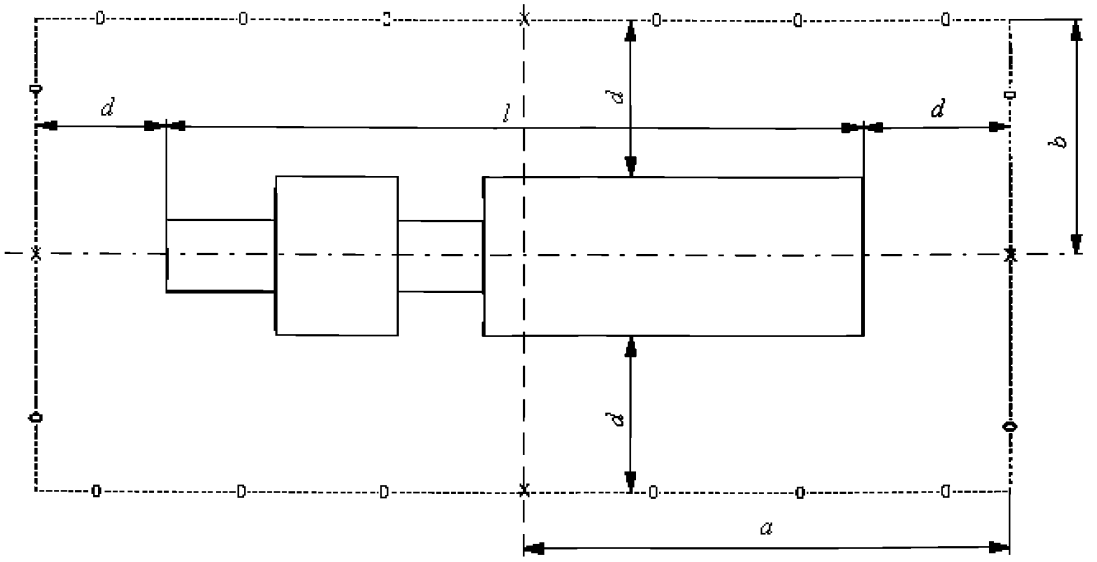


Рисунок В.2 б) – Заданный путь в горизонтальной плоскости (при высоте *h* выше отражающей плоскости)

где: *h* - высота вала или 0,25 м, при любой его высоте;

X - основные точки замеров;

0 - другие точки замеров, отмеченные в интервале 1 м от основных точек замеров.

Рисунок В.2 – Расположение точек замеров и заданные пути для горизонтальных машин

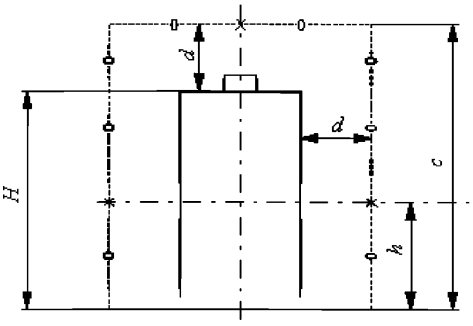


Рисунок В.3 а) – Заданный путь в вертикальной плоскости

l м	d м
≥ 0,25 < 0,25	1 4 ≤ d ≤ 1 d > 0,25

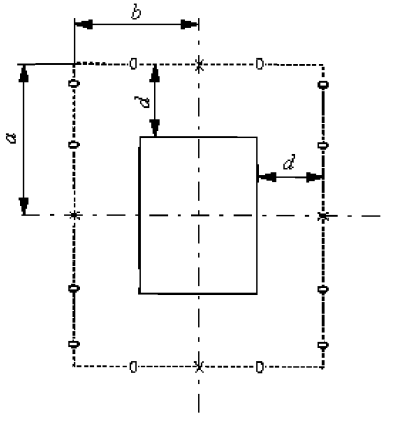


Рисунок В.3 б) – Заданный путь в горизонтальной плоскости
(при высоте *h* выше отражающей плоскости)

Где *h* - H/2, но не менее 0,25 м;

X - основные точки замеров;

0 - другие точки замеров, отмеченные в интервале 1 м от основных точек замеров.

Рисунок В.3 – Расположение точек замеров и заданный путь для вертикальных машин

Приложение Г
(обязательное)

Напряжение тяговых сетей

Номинальное напряжение является основным при определении номинальных значений машины и при расчете рабочих характеристик транспортного средства.

Работа машин при напряжениях, отличных от номинального, может значительно изменяться или ими надо управлять, установив пределы таких изменений, но постоянный режим работы в пределах большого диапазона напряжений не желателен из-за их воздействия на рабочие параметры машин и другое оборудование.

Мощность вспомогательных машин должна быть такой, чтобы транспортное средство функционировало при любом напряжении электропитания в указанных пределах, но для того, чтобы обеспечить такую мощность, необходимо устранить несущественные нагрузки при низком напряжении.

Стандартные напряжения источника питания приведены в ГОСТ 12139.

Приложение Д
(справочное)

Соглашение между пользователем и изготовителем машины

В обязательных для применения пунктах данного стандарта указаны соответствующие требования к обычным тяговым машинам. В некоторых случаях требуется получить дополнительную информацию или провести испытания, а в других, стандартом допускается применение обеих альтернативных вариантов. В связи с этим, необходимо уточнить эти условия при проведении тендера и согласовать при размещении заказа. Ниже приведены соответствующие условия.

Д.1 Специальные требования пользователя, подлежащие указанию и согласованию с изготовителем машины

Пункт/ подпункт	Предмет
5, таблица 2	Необычные условия эксплуатации
3.3.4 примечание	Номинальное напряжение вспомогательного источника питания
3.4.2	Номинальная скорость транспортного средства, оснащенного генератором с осевым приводом
3.5.1	Наибольшее напряжение вспомогательной машины
8.1.2	Дополнительные типовые испытания
8.1.5	Кратковременные испытания перезагрузкой
10.4	Периодические испытания машин с короткозамкнутым и массивным ротором на повышенных скоростях
10.6	Количественное измерение вибраций
10.7	Измерение радиального биения коллектора
Приложение В	Шумовые испытания
Приложение Г	Пределы напряжения питания

Д.2 Специальные требования изготовителя машины, подлежащие указанию и согласованию с пользователем

Пункт/ подпункт	Предмет
6.1	Гарантированные характеристики, отличные от существующих характеристик
6.4	Другие значения напряжения для характеристических кривых термоэлектрических электродвигателей
6.6	Составление характеристических кривых вспомогательного двигателя
8.1.2	Отказ или сокращение типовых испытаний
8.1.3	Методы периодических испытаний
8.1.3	Пределы периодических испытаний
9.2.3	Испытание главных генераторов переменного тока при разомкнутой и короткозамкнутой цепи
9.4.1	Изменения в испытаниях переходными процессами в связи с ограничениями, существующими в испытательной лаборатории
9.6.3, 9.6.4	Изменения в пусковых испытаниях в связи с ограничениями, существующими в испытательной лаборатории
Приложение А	Специальные меры охлаждения
Приложение А	Специальные меры торможения и продление времени при измерении начального сопротивления

Д.3 Другие особые требования, которые могут быть предметом для согласования между пользователем и изготовителем машины

Пункт/подпункт	Предмет
7.2	Маркировка зажимов и проводов, отличная от тех, что указана в *ГОСТ 26772*
8.1.4	Исследовательские испытания
9.1.1, 9.2.1	Влияние разницы источника питания при испытаниях и при эксплуатации
9.1.4	Температура других частей машины
9.2.2	Специальные характеристики электродвигателя с независимым возбуждением
9.7	Испытания при повышенных скоростях
10.5	Применение постоянного тока при испытаниях прочности изоляции на пробой
10.7	Изменение пределов радиальных биений коллектора

Приложение
(справочное)

Библиография

[1]	МЭК 60050(131)	Международный электротехнический словарь (МЭС). Глава 131: Теория цепей
[2]	МЭК 60050(151)	Международный электротехнический словарь (МЭС). Глава 151: Электрические и магнитные устройства
[3]	МЭК 60050(411)	Международный электротехнический словарь (МЭС). Глава 411: Вращающиеся машины
[4]	МЭК 60050(811)	Международный электротехнический словарь (МЭС). Глава 811: Электрическая тяга
[5]	МЭК 60411-2	Преобразователи силовые для электрической тяги. Часть 2: Дополнительная техническая информация
[6]	Руководство ИСО/МЭК 2:2004	Стандартизация и смежные виды деятельности. Общий словарь
[7]	МЭК 60638 (1979)	Электродвигатели тяговые вращающегося типа. Критерии оценки и кодирования коммутации
[8]	МЭК 60034-2(1972)/ Изм.2 (1996)	Машины электрические вращающиеся. Часть 2: Методы определения потерь и коэффициента полезного действия вращающихся электрических машин (за исключением машин для подвижного состава). Изменение 2
[9]	МЭК 60349-3:1995	Электротяга. Машины вращающиеся электрические для рельсового и безрельсового транспорта. Часть 3: Определение общих потерь для двигателей переменного тока с питанием от преобразователя как суммы потерь в составляющих

УДК 621.331:621.313 **МКС 45.060**

Ключевые слова: машина, электродвигатель, генератор, напряжение, переменный ток, номинальное напряжение, вывод, шум, испытание, звуковое давление

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

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

gost.e-ecolog.ru