МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 60034-18-32— 2014

МАШИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВРАЩАЮЩИЕСЯ

Часть 18-32

Оценка функциональных показателей систем изоляции

Методы испытаний для шаблонных обмоток

Оценка электрической стойкости

(IEC 60034-18-32:2010, IDT)

Издание официальное

**Москва
Стандартинформ
2016**

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ВНИИНМАШ) на основе собственного аутентичного перевода на русский язык стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 72-П от 14 ноября 2014 г.)

За принятие проголосовали:

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

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 октября 2015 г. № 1650-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 60034-18-32—2014 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июня 2016 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60034-18-32:2010 Rotating electrical machines — Part 18-32: Functional evaluation of insulation systems — Test procedures for form-wound windings — Evaluation by electrical endurance (Вращающиеся электрические машины. Часть 18-32. Функциональная оценка систем изоляции. Методики испытаний шаблонных обмоток. Оценка электрической стойкости).

Международный стандарт разработан техническим комитетом по стандартизации ТС 2 «Вращающиеся машины» Международной электротехнической комиссии (IEC).

Перевод с английского языка (en).

Официальные экземпляры международного стандарта, на основе которого подготовлен настоящий межгосударственный стандарт, и международных стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии.

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам приведены в дополнительном приложении ДА.

Степень соответствия — идентичная (IDT)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты» (по состоянию на 1 января текущего года), а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2016

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

Содержание

1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 1
3 Термины и определения ... 1
4 Общие требования ... 2
4.1 Отношение к IEC 60034-18-1 ... 2
4.2 Выбор и название методов испытаний ... 2
4.3 Эталонная система изоляции ... 2
4.4 Методы испытаний (IEC 61251) ... 3
4.5 Объем испытаний ... 3
5 Испытуемые объекты ... 3
5.1 Конструкция испытуемых объектов ... 3
5.2 Количество витков ... 4
5.3 Количество опытных образцов ... 4
5.4 Предварительный контроль качества ... 4
6 Электрическое старение ... 4
6.1 Уровни напряжения и расчетные сроки службы ... 4
6.2 Испытательные температуры во время электрического испытания на долговечность ... 4
6.3 Метод старения для корпусной изоляции ... 5
6.4 Метод старения для витковой изоляции ... 5
6.5 Уход за покрытиями, регулирующими нагрузку ... 5
7 Подцикл диагностических испытаний ... 5
7.1 Общие положения ... 5
7.2 Испытания под напряжением ... 5
7.3 Прочие диагностические испытания ... 6
8 Отказы ... 6
8.1 Локализация и верификация отказа ... 6
8.2 Наблюдения за отказавшим образцом ... 6
8.3 Измерения размеров ... 6
9 Функциональная оценка данных ... 6
9.1 Общие положения ... 6
9.2 Полная оценка ... 7
9.3 Краткая оценка ... 8
9.4 Данные, рекомендуемые для регистрации ... 9
Библиография ... 10
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам ... 11

Введение

IEC 60034-18-1 устанавливает общие требования для оценки систем изоляции, используемых во вращающихся электрических машинах.

Настоящий стандарт посвящен исключительно системам изоляции для шаблонных обмоток и сосредоточен на электрической функциональной оценке.

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

МАШИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВРАЩАЮЩИЕСЯ
Часть 18-32
Оценка функциональных показателей систем изоляции
Методы испытаний для шаблонных обмоток
Оценка электрической стойкости

Rotating electrical machines.
Part 18-32.
Functional evaluation of insulation systems. Test procedures for form-wound windings
Evaluation by electrical endurance

Дата введения — 2016—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на вращающиеся электрические машины и устанавливает требования к методам испытаний для оценки электрической износостойкости в системах изоляции, используемых во вращающихся электрических машинах переменного или постоянного тока с шаблонными обмотками.

Методы испытаний сравнительны, то есть эксплуатационные характеристики испытуемой системы сравниваются с эксплуатационными характеристиками аттестованной эталонной системы. Данные методы испытаний предназначены, в первую очередь, для машин с воздушным охлаждением, однако могут использоваться и для оценки компонентов систем изоляции в машинах с водяным охлаждением. Следует обратить внимание, что методы квалификации систем изоляции для шаблонных обмоток двигателей, работающих с инвертором, можно найти в IEC 60034-18-42.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного документа, для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

IEC 60034-1 Rotating electrical machines — Part 1: Rating and performance (Машины электрические вращающиеся — Часть 1: Номинальные значения и эксплуатационные характеристики)

IEC 60034-15:2009 Rotating electrical machines — Part 15: Impulse voltage withstand levels of form-wound stator coils for rotating a.c. machines (Машины электрические вращающиеся — Часть 15: Предельные уровни импульсного напряжения для вращающихся машин переменного тока с шаблонной катушкой статора)

IEC 60034-18-1:2010 Rotating electrical machines — Part 18-1: Functional evaluation of insulation systems — General guidelines (Машины электрические вращающиеся — Часть 18-1: Функциональная оценка систем изоляции — Общие руководящие положения)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 **корпусная изоляция** (mainwall insulation): Главная электроизоляция, которая отделяет проводящие части от заземленного сердечника статора/ротора в обмотках двигателя и генератора.

3.2 **витковая изоляция** (turn insulation): Электроизоляция, которая покрывает каждый проводник в обмотках.

3.3 **междувитковая изоляция** (interturn insulation): Электроизоляция, которая отделяет витки проводников в обмотках друг от друга.

3.4 **материал защиты от коронного разряда** (corona protection material): Материал, который используется для покрытия обмоток статора в пазовой части сердечника статора для предотвраще-

Издание официальное

ния пазовых разрядов.

3.5 **материал, регулирующий нагрузку** (stress grading material): Материал на лобовой части обмотки статора, имеющий, как правило, нелинейное сопротивление для уменьшения максимальной электрической нагрузки на поверхность.

4 Общие требования

4.1 Отношение к IEC 60034-18-1

Необходимо следовать принципам IEC 60034-18-1, если рекомендации настоящего стандарта не утверждают обратного.

4.2 Выбор и название методов испытаний

Для большинства оценок можно воспользоваться одним или несколькими методами испытаний из настоящего стандарта. Как правило, оценка осуществляется производителем машины/обмоток или независимой лабораторией. Производитель обязан утвердить наиболее подходящий метод в таблице 1 на основе имеющегося опыта и знания сравниваемых систем изоляции.

Данный метод испытаний должен выбираться из таблицы 1 и называться в соответствии с кодом N, принятым в IEC 60034-18-32, где N указан в таблице 1. Подпункты 4.3, 4.4 и 4.5 представляют информацию о том, как выбирать метод испытаний.

Таблица 1 — Названия методов испытаний

Назначение метода испытаний N	Поданное напряжение старения		Диагностические испытания		
	Корпусная изоляция (6.3)	Междувитковая изоляция (6.4)	Корпусная изоляция (7.2.1)	Междувитковая изоляция (7.2.2 или 7.2.3)	Регулировка нагрузки (7.3)
AA	Постоянная	Нет	Не требуется (A)	Нет испытания (A)	Необязательно (D)
CA	Постоянная	Нет	Другое испытание (C)	Нет испытания (A)	Необязательно (D)
AB	Постоянная	Да	Не требуется (A)	Испытание импульсным напряжением (B)	Необязательно (D)

Примечания:

1 Значения индексов диагностических испытаний следующие: A — нет испытания; B — испытание импульсным напряжением; C — другое испытание (например, испытания на коэффициент рассеивания и частичный разряд); D — визуальное наблюдение.

2 Если диагностические испытания корпусной изоляции не требуются, напряжение старения одновременно выступает в роли диагностирующего фактора.

Все вышеуказанные испытания проводятся при комнатной температуре. Однако в случае проведения при любой другой температуре (см. подпункт 6.2.2) назначение метода испытаний должно включать величину температуры в градусах Цельсия в скобках, например AA(190). Каждый из методов может использоваться для полной оценки в соответствии с подпунктом 4.5.1 или для краткой оценки в соответствии с подпунктом 4.5.2.

Методы AA являются предпочтительным выбором, если у производителя отсутствует предварительный опыт или знание испытуемой системы, а характеристики корпусной изоляции определены.

4.3 Эталонная система изоляции

Эталонная система изоляции должна быть испытана по методу испытаний, эквивалентному выбранному для испытуемой системы (см. IEC 60034-18-1). Эталонная система изоляции должна успешно выдерживать в процессе эксплуатации не менее 75 % расчетного максимума номинального напряжения испытуемой системы. Когда осуществляется экстраполяция толщины изоляции, должна

быть предоставлена некоторая информация, демонстрирующая корреляцию между сроком службы и электрической нагрузкой для разных значений толщины изоляции.

4.4 Методы испытаний (IEC 61251)

4.4.1 Общие положения

Электрические испытания на старение обычно выполняются при фиксированных значениях напряжения до отказа. Из таких испытаний получают характеристики электрической стойкости (времени до отказа) при каждом значении напряжения. Результаты для испытываемой и эталонной систем должны быть отражены в графике, как показано в примере на рисунке 1, и сравнены. Общепринятой физической основы для исследования этих характеристик при значениях номинального напряжения U_N делить на корень квадратный из 3, где U_N — среднеквадратичное значение номинального междуфазного напряжения, не существует. Статистическая оценка результатов испытаний должна выполняться в соответствии с IEC 62539.

4.4.2 Электрическое старение корпусной изоляции

При эксплуатации электрическое старение корпусной изоляции вызывается в первую очередь продолжительной электрической нагрузкой при напряжении промышленной частоты. Кроме того, изоляция должна выдерживать переходные перенапряжения в результате пусковых импульсов или подключения инвертора. Способность корпусной изоляции выдерживать переходные перенапряжения от конвертора может быть продемонстрирована эксплуатационными характеристиками системы с использованием IEC 60034-18-42. Данный стандарт описывает электрическое старение корпусной изоляции, происходящее при частоте напряжения, до 10 раз превосходящей промышленную частоту.

4.4.3 Электрическое старение витковой изоляции

Электрическое старение витковой изоляции может происходить из-за постоянной нагрузки на корпусную изоляцию. Это может иметь особое значение для концов проводников, где электрическая нагрузка достигает максимума.

Там, где используются многовитковые катушки, напряжение промышленной частоты между витками достаточно мало, поэтому электрическое старение не является важным фактором в этом случае. Однако пилообразные импульсы на обмотке в результате пуска и других возмущающих воздействий могут создавать существенную электрическую нагрузку между витками, вызывающую старение. Так как форма и частота импульсов непостоянны и зависят от параметров схемы, настоящий стандарт рекомендует проводить процедуру электрического старения витковой изоляции для сравнения с использованием IEC 60034-18-42.

4.5 Объем испытаний

4.5.1 Полная оценка

Объем испытания на работоспособность при электрической нагрузке будет зависеть от задач оценки. Полная оценка требуется тогда, когда существуют значительные различия в составах эталонной и испытуемой систем.

4.5.2 Краткая оценка

Встречаются ситуации, когда достаточно произвести краткую оценку с использованием минимального количества опытных образцов и средних уровней напряжения из контрольных испытаний.

Сравнение испытуемой системы изоляции с эталонной при отсутствии намеренных различий (или при второстепенных изменениях состава и технологических процессов, см. IEC 60034-18-1) может производиться только при одном уровне напряжения, однако с рекомендованным количеством опытных образцов (см. пункт 5.3). Краткая оценка допускается только тогда, когда расчетные напряжения одинаковы для обеих систем.

Примером второстепенного изменения может быть заказ того же материала у другого поставщика или изменение процесса производства. Следует обратить внимание, что второстепенным считают такое изменение, которое, как ожидается, не окажет значительного влияния на систему изоляции. За использование сокращенной процедуры аттестации несет ответственность производитель.

5 Испытуемые объекты

5.1 Конструкция испытуемых объектов

Предпочтительно, чтобы испытуемые объекты были готовыми катушками или стержнями, изготовленными по стандартной технологии. Или же они могут представлять собой конструкции, воспроизводящие готовые компоненты обмотки, предназначенные для оценки, изготовленные в соответ-

ствии со стандартными или предусмотренными производственными процессами. При использовании в качестве моделей отдельных обмоток и катушек длины пути токов утечки и любые необходимые регуляторы напряжения должны соответствовать испытательным нагрузкам. Электрод должен занимать всю глубину паза модели и окружать весь периметр сечения обмотки.

Подготовка образцов и методов испытаний, описанных в IEC 60034-18-42, может использоваться для аттестации регулировки нагрузки систем изоляции лобовой части обмотки.

5.2 Количество витков

Для витковой изоляции обычно необходимо использовать полные катушки, чтобы учесть результаты воздействия формы и креплений проводника. Количество витков и толщина витковой изоляции должны быть такими, чтобы испытательное напряжение, выбранное в соответствии с пунктом 6.1, обеспечивало не меньшую диэлектрическую нагрузку на виток, чем самая высокая от соответствующего испытательного напряжения для любой конструкции обмотки, где может использоваться данная система изоляции.

Там, где между витками подается напряжение промышленной частоты, обмотка должна состоять из двух параллельных проводников, каждый из которых изолирован витковой изоляцией, или же обмотка должна быть обрезана в лобовой части. При использовании обмоток с пропиткой в вакууме под давлением обрезка и разделение проводников в этой части должно осуществляться до пропитки. Если выбранный метод испытаний (см. пункт 4.2) не предусматривает подачи напряжения промышленной частоты между витками, в качестве испытуемого объекта можно выбирать многовитковую обмотку со стандартной намоткой одножильного или скрученного многожильного кабеля.

5.3 Количество опытных образцов

Старению должно быть подвергнуто адекватное количество опытных образцов при каждом значении испытательного напряжения для получения статистической достоверности. Их количество не должно быть меньше пяти.

5.4 Предварительный контроль качества

До начала первого подцикла старения следует произвести следующий контроль качества:
- визуальная проверка опытных образцов;
- испытания под высоким напряжением в соответствии с IEC 60034-1;
- испытание на фактор рассеивания или/и испытание на частичный разряд.

6 Электрическое старение

6.1 Уровни напряжения и расчетные сроки службы

Для полной оценки, как описано в подпункте 4.5.1, требуется выбрать не менее трех значений напряжения промышленной частоты таким образом, чтобы среднее расчетное время до отказа при максимальном значении напряжения составляло около 100 ч, а при минимальном значении – свыше 5000 ч. Для краткой оценки, где требуется только один уровень напряжения (см. подпункт 4.5.2), таким образом, чтобы расчетное время до отказа при максимальном значении напряжения составляло около 1000 ч. Значение переменного напряжения, подаваемого на испытываемые объекты, должно находиться в пределах ±3 % от номинального.

6.2 Испытательные температуры во время электрического испытания на долговечность

6.2.1 Электрическое старение при комнатной температуре

Электрическое старение предпочтительно проводить при комнатной температуре при более высоких значениях напряжении и/или частоты, чем в установившемся режиме эксплуатации для скорейшего проявления результатов воздействия электрической нагрузки.

6.2.2 Электрическое старение при повышенной температуре

Когда проводятся испытания на электрическое старение при повышенных температурах, могут использоваться любые подходящие средства нагрева. Повышение температуры из-за электрической нагрузки может повлиять на результаты, особенно при использовании повышенной частоты, и оно должно быть зафиксировано. Если имеет место термическое старение, испытание должно проводиться по описанным в IEC 60034-18-33 методам для многофакторных испытаний.

6.3 Метод старения для корпусной изоляции

Электрическое напряжение подается между сердечником статора и внешним проводящим слоем на поверхности опытного образца и проводников. Если испытуемый объект представляет собой многовитковую катушку, то и корпусная изоляция, и витковая изоляция подвергаются электрической нагрузке в данный период.

Для методов испытаний с подциклами (раздел 7) длительность этих подциклов должна быть такой, чтобы опытный образец со средним сроком службы мог выдержать около десяти подциклов. Для сокращения времени испытаний допускается использование частоты, превышающей промышленную, однако, как показывает опыт, максимально допустимый коэффициент ускорения отказов соответствуют десятикратному превышению промышленной частоты.

Следует позаботиться о том, чтобы диэлектрические потери не нагревали изоляцию настолько, чтобы это влияло на результаты. Это особенно важно при повышенных температурах. И для испытуемой, и для эталонной систем изоляции должна использоваться одна и та же частота. Результаты испытаний с повышенной частотой могут использоваться только для прямого сравнения, если сроки годности систем испытывают одинаковое влияние от увеличения частоты.

6.4 Метод старения для витковой изоляции

Старение витковой изоляции в результате повторяющихся переходных перенапряжений оценивается в соответствии с методом АВ в таблице 1. После подцикла старения корпусной изоляции проводится подцикл старения витковой изоляции, состоящий из подачи напряжения промышленной частоты между витками в течение 10 мин. Данное напряжение должно быть равно $1,5U_N / n$ (где U_N — номинальное напряжение изоляции в кВ, а n — количество витков), но не должно быть меньше, чем $0,3U_N$.

Повышение температуры из-за электрической нагрузки может повлиять на результаты, особенно при использовании повышенной частоты, и оно должно быть зафиксировано. И для испытуемой, и для эталонной систем изоляции должна использоваться одна и та же частота. Результаты испытаний с повышенной частотой могут использоваться только для прямого сравнения, если сроки годности систем испытывают одинаковое влияние от увеличения частоты.

6.5 Уход за покрытиями, регулирующими нагрузку

Покрытие, регулирующее нагрузку, обычно наносится на внешние поверхности стержня или катушки поверх заземленного полупроводникового покрытия паза. Покрытие, регулирующее нагрузку, может иметь вид лака, лент или их комбинации. Во время электрического испытания и испытания на долговечность может происходить разрушение материала, которое не приводит к отказу изоляции. В ходе испытаний для оценки срока эксплуатации в зависимости от напряжения допускаются корректирующие меры по отношению к материалу, регулирующему нагрузку, в том числе принудительное охлаждение. Естественно, это относится к испытаниям корпусной изоляции, а не к испытаниям материала, регулирующего нагрузку.

7 Подцикл диагностических испытаний

7.1 Общие положения

После каждого подцикла старения может проводиться подцикл диагностических испытаний. Отказ любой части опытного образца во время диагностического испытания представляет собой отказ всей системы и регистрируется именно таким образом. Подходящие испытания под напряжением выбираются в соответствии с избранным методом испытаний в пункте 4.2.

7.2 Испытания под напряжением

7.2.1 Испытание корпусной изоляции

Диагностическое испытание корпусной изоляции состоит из трех последовательных подач импульсного напряжения 1,2/50 мкс с пиковым значением $U_p = (4U_N + 5$ кВ). В альтернативном случае можно применить испытание напряжением промышленной частоты в соответствии с пунктом 4.4 IEC 60034-15. В последнем случае подается напряжение со среднеквадратичным значением $(2U_N + 1$ кВ) на 1 мин между выводами обмотки и землей. Затем поданное напряжение увеличивают со скоростью 1 кВ/с до значения $2(2U_N + 1$ кВ), а потом сразу уменьшают со скоростью не менее 1 кВ/с до нуля.

7.2.2 Испытание витковой изоляции импульсным напряжением

Для испытываемых объектов, включающих в себя многовитковые катушки с одиночным или многожильным проводником, диагностическое испытание витковой изоляции проводятся путем подачи импульсного напряжения. Амплитуда (пик) должна рассчитываться по формуле:

$$U'_p = 0{,}65\ (4U_N + 5\ \text{кВ}),$$

где U_N – номинальное напряжение в кВ (см. IEC 60034-15).

Количество поданных импульсов не должно быть меньше пяти.

7.2.3 Испытание витковой изоляции напряжением промышленной частоты

На испытываемые объекты, включающие в себя параллельные изолированные проводники, должно подаваться напряжение промышленной частоты соответствующей величины между витками на 1 мин. Значение напряжения должно быть не ниже, чем самое высокое значение напряжения старения.

7.3 Прочие диагностические испытания

Для информации или определения окончания срока годности могут проводиться дополнительные испытания. Они могут заменить испытания под напряжением. Например, можно назвать такие факторы, как сопротивление изоляции, тангенс угла потерь и частичный разряд. Для каждого диагностического испытания может быть установлен предельный критерий с соответствующим обоснованием.

Для регулировки нагрузки системы не предусмотрено электроиспытаний для диагностических целей, однако может оказаться полезным зафиксировать состояние материала в результате внешнего осмотра невооруженным глазом на предмет выявления нарушений цветности и целостности поверхности, например вздутий или трещин.

8 Отказы

8.1 Локализация и верификация отказа

Отказ образца происходит при любом пробое корпусной изоляции. В результате система обнаружения сверхтоков прерывает ток от высоковольтного трансформатора. Отказ изоляции должен быть подтвержден повторной подачей напряжения, постепенно возрастающего от нулевого значения. Отказ изоляции образца отменяет повторную подачу полного испытательного напряжения. Желательно произвести локализацию места отказа, на которое может указать видимая дуга или перегрев при повышении напряжения. Когда отказ образца подтвержден, данный образец должен быть убран, чтобы испытания можно было продолжить с оставшимися объектами.

8.2 Наблюдения за отказавшим образцом

Каждый отказавший образец должен быть проверен, чтобы убедиться, что данный отказ годится для статистической интерпретации. Может потребоваться сделать разрез или прорез участка у изоляции, чтобы определить место отказа и его причину.

8.3 Измерения размеров

Общая толщина изоляции (корпусная плюс витковая плюс изоляция жилы) должна быть определена у места отказа при испытании на электрическую долговечность.

9 Функциональная оценка данных

9.1 Общие положения

Оценка результатов испытаний должна производиться нижеуказанным образом. При выборе распределения Вейбулла следует применить соответствующий статистический анализ для расчета значения срока эксплуатации испытуемого объекта по отношению к сроку эксплуатации эталонного образца (см. IEC 62539).

Общее правило заключается в том, что испытуемая система изоляции считается аттестованной, если 90 %-ный доверительный интервал используемого распределения вероятности превышает или находится в пределах интервала эталонной системы (см. пункт 4.1 в IEC 60034-18-1).

9.2 Полная оценка

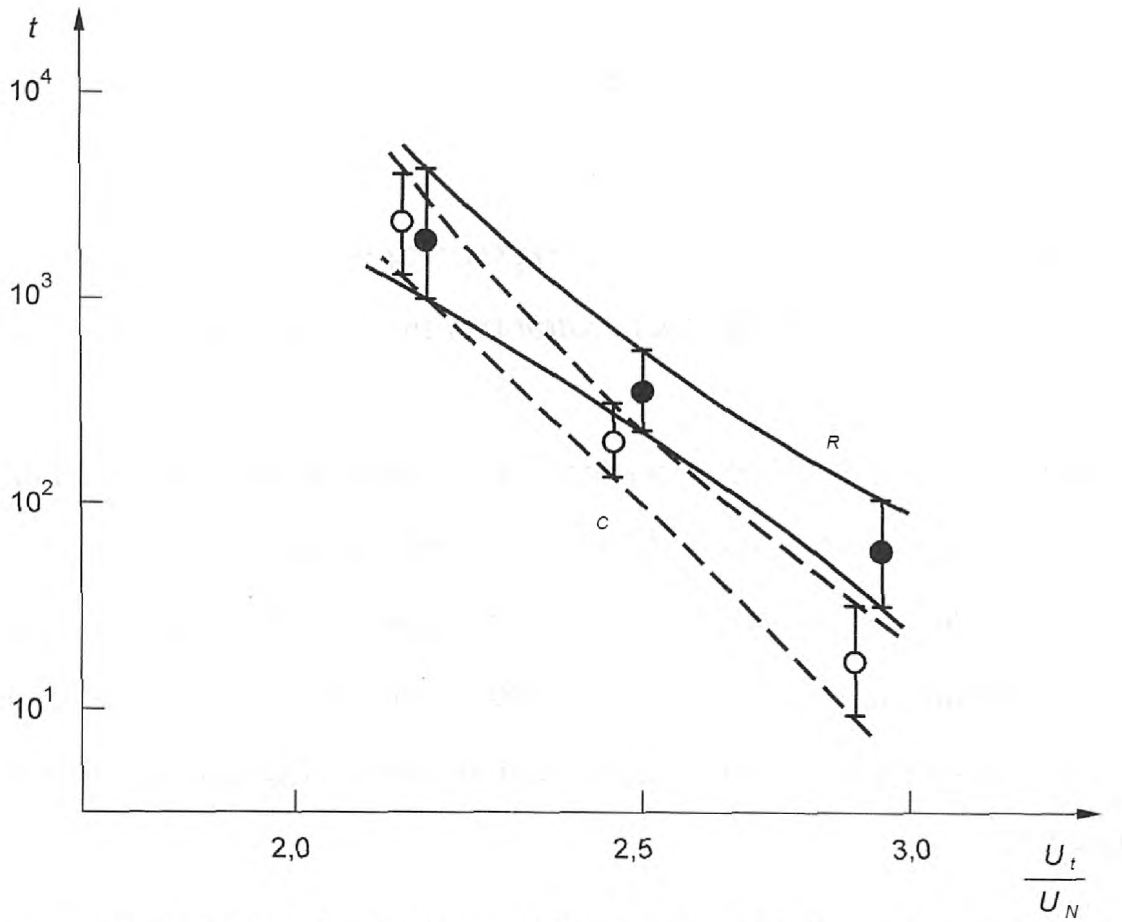
Графики электрической износостойкости испытуемой и эталонной систем строятся с логарифмическим масштабом по обеим осям для времени до отказа *(t)* в качестве функции отношения испытательного напряжения (U_t) и номинального напряжения (U_N), где U_N — номинальное напряжение эталонной и испытываемой систем. Испытываемая система аттестуется, если:

a) верхние 90 % доверительного интервала испытуемой системы превышают верхние 90 % доверительного интервала эталонной системы в интервале испытательных напряжений эталонной системы

или

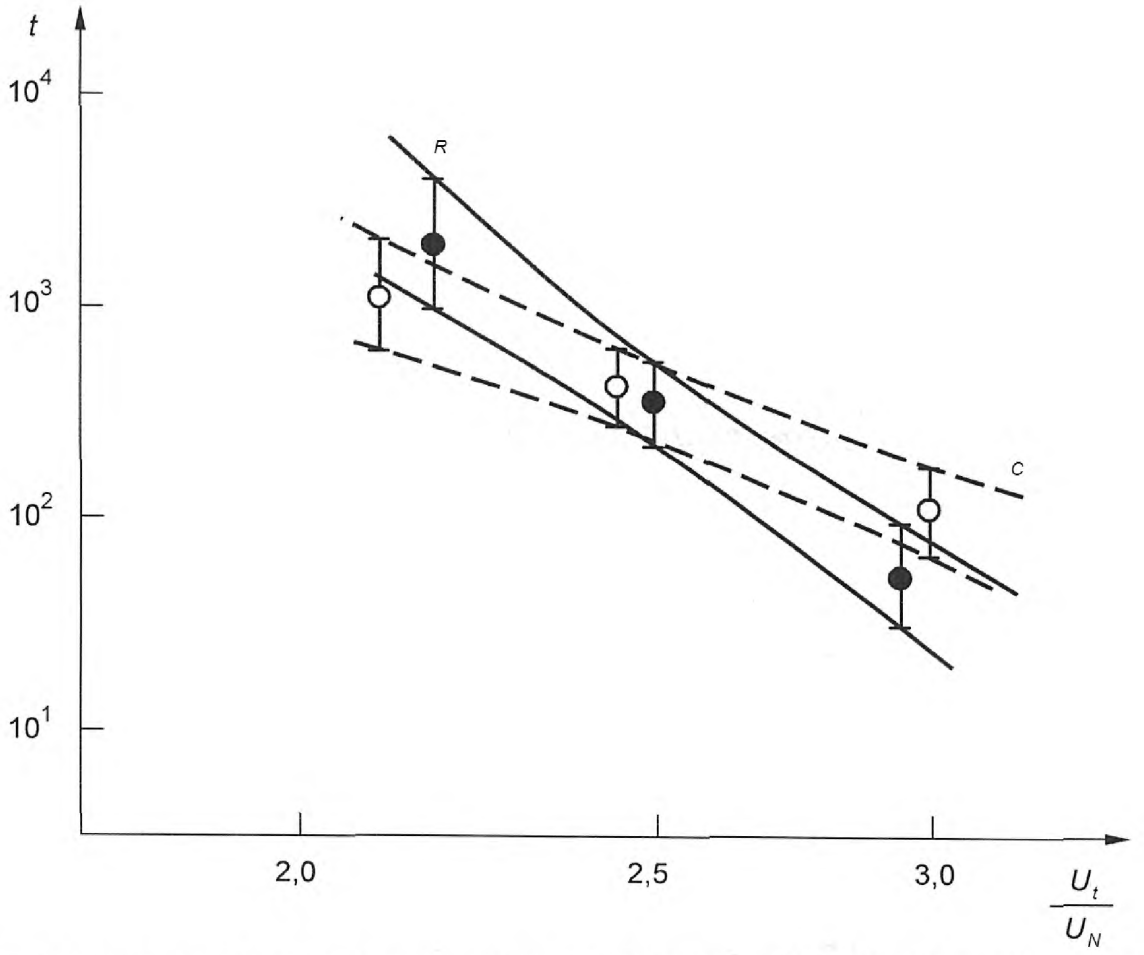
b) нижние 90 % доверительного интервала испытуемой системы превышают или равны нижним 90 % доверительного интервала эталонной системы при минимальном испытательном напряжении, а крутизна линии регрессии для средних значений испытуемой системы сильнее, чем у эталонной системы.

Результаты старения для испытуемой системы, которые удовлетворяют условию b), показаны на рисунке 1. Пример испытываемой системы, которая не может быть аттестована ни по условию a), ни по условию b), показан на рисунке 2.



R — данные старения эталонной системы изоляции (*R*) с демонстрацией 90 % доверительного интервала;
C — данные старения испытуемой системы изоляции (*C*) с демонстрацией 90 % доверительного интервала;
t — время в часах; U_t/U_N — отношение испытательного напряжения к номинальному

Рисунок 1 — Сравнение результатов старения испытуемой системы (*C*) и эталонной системы (*R*) изоляции, демонстрирующее аттестацию

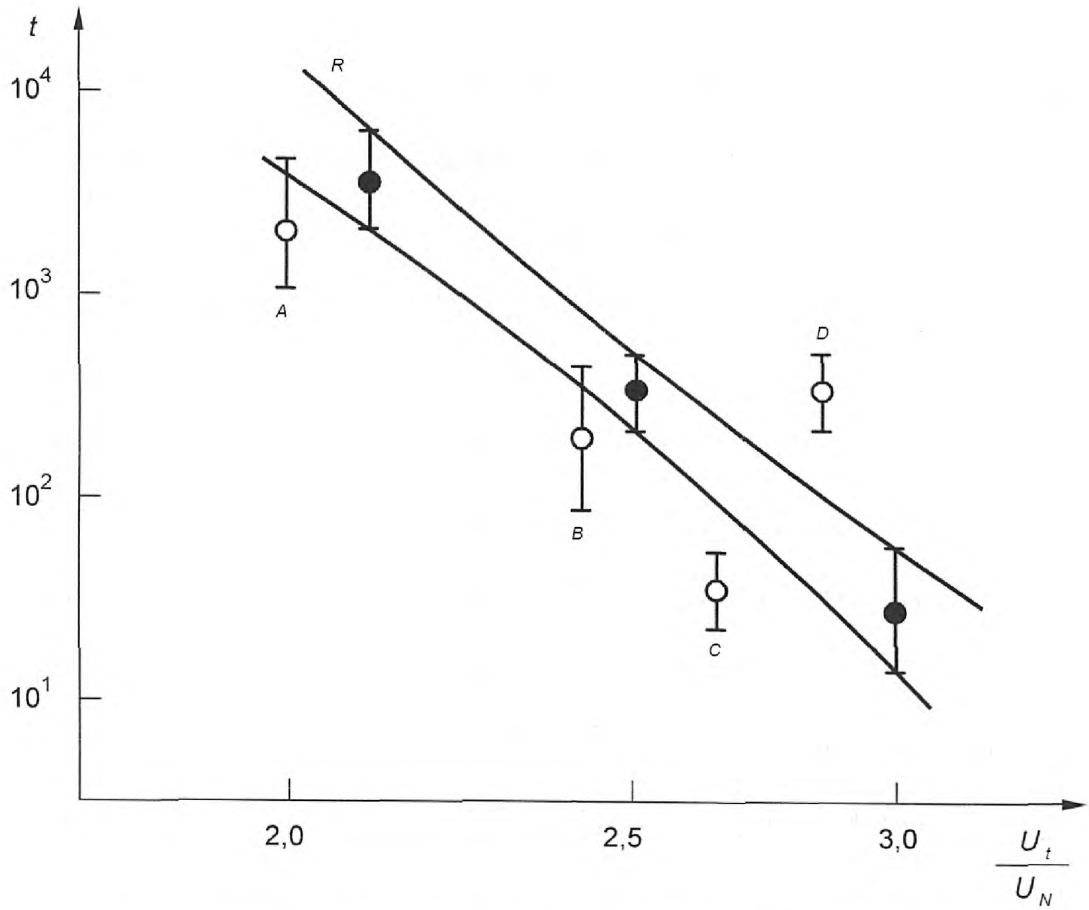


R — данные старения эталонной системы изоляции (*R*) с демонстрацией 90 % доверительного интервала;
C — данные старения испытуемой системы изоляции (*C*) с демонстрацией 90 % доверительного интервала;
t — время в часах ; U_t/U_N — отношение испытательного напряжения к номинальному

Рисунок 2 — Сравнение результатов старения испытуемой и эталонной систем изоляции, демонстрирующее отказ в аттестации

9.3 Краткая оценка

Для краткой оценки с одним значением напряжения (см. подпункт 4.5.2) основа для анализа должна соответствовать представленной на рисунке 3, где 90 %-ное отклонение от 63 % квантиля результатов старения испытуемой системы сравниваются с 90 %-ным доверительным интервалом эталонной линии старения при том же квантиле. Если наблюдается частичное наложение в границах интервала испытательных напряжений в ходе испытаний на старение эталонной системы, как демонстрирует испытуемая система *B*, она аттестуется. В аттестации отказано испытуемой системе *A*, так как измерение произведено за пределами интервала напряжений, использованных для построения линии старения эталонной системы. В аттестации отказано также испытуемой системе *C*, так как отсутствует наложение. Испытуемая система *D* аттестуется положительно, так как ее характеристики превышают характеристики эталонной системы.



R — данные старения эталонной системы изоляции (*R*) с демонстрацией 90 % доверительного интервала; *A* — данные старения для испытуемой системы *A* (отказ в аттестации); *B* — данные старения для испытуемой системы *B* (успешная аттестация); *C* — данные старения для испытуемой системы *C* (отказ в аттестации); *D* — данные старения для испытуемой системы *D* (успешная аттестация); *t* — время в часах; U_t/U_N — отношение испытательного напряжения к номинальному

Рисунок 3 — Сравнение результатов испытаний для краткой оценки четырех отдельных испытуемых систем с результатами эталонной системы

9.4 Данные, рекомендуемые для регистрации

Для включения в отчет об испытаниях предлагаются следующие данные:

- температура внешней среды и влажность на участке испытаний, если объекты испытываются при комнатной температуре;
- поданное напряжение, выраженное в эквивалентном среднеквадратичном значении;
- частота поданного напряжения в Герцах;
- полный срок годности каждого образца;
- результаты любого предварительного или промежуточного диагностического испытания или измерения;
- место локализации отказа;
- данные о природе отказа или повреждения системы, регулирующей нагрузку;
- температура электрического испытания на долговечность, например температура термопар, установленных на нагревательные пластины;
- максимальное и минимальное испытательное напряжение и испытательная температура во время испытания.

Желательно также включать и дополнительную информацию о конструкции образцов, материале электродов и составе регулирующего нагрузку материала.

Библиография

IEC 60034-18-33	Rotating electrical machines — Part 18-33: Functional evaluation of insulation systems — Test procedures for form-wound windings — Multifactor evaluation by endurance under simultaneous thermal and electrical stresses (Машины электрические вращающиеся — Часть 18-33: Функциональная оценка систем изоляции — Методики испытаний для шаблонной обмотки — Многофакторная функциональная оценка. Стойкость систем изоляции в условиях совместного воздействия на них термической и электрической нагрузок)
IEC 60034-18-42	Rotating electrical machines — Part 18-34: Qualification and acceptance tests for partial discharge resistant electrical insulation systems (Tupe II) used in rotating electrical machines fed from voltage converters (Машины электрические вращающиеся — Часть 18-42: Квалификационные и приемные испытания для систем электроизоляции, стойких к частичному разряду, типа II, используемых во вращающихся электрических машинах с питанием от преобразователей источника напряжения)
IEC 61251	Electrical insulating materials — A. C. voltage endurance evaluation — Introduction (Материалы электроизоляционные — Оценка срока эксплуатации в зависимости от напряжения переменного тока — Введение)
IEC 62539	Guide for the statistical analysis of electrical insulation breakdown data (Руководство по статистическому анализу данных о пробоях электроизоляции)

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 60034-1 Машины электрические вращающиеся — Часть 1: Номинальные значения и эксплуатационные характеристики	IDT	ГОСТ IEC 60034-1—2014 Машины электрические вращающиеся. Часть 1. Номинальные значения параметров и эксплуатационные характеристики
IEC 60034-15:2009 Машины электрические вращающиеся — Часть 15: Предельные уровни импульсного напряжения для вращающихся машин переменного тока с шаблонной катушкой статора	IDT	ГОСТ IEC 60034-15—2014 Машины электрические вращающиеся. Часть 15: Предельные уровни импульсного напряжения для вращающихся машин переменного тока с шаблонной катушкой статора
IEC 60034-18-1:2010 Машины электрические вращающиеся — Часть 18-1: Функциональная оценка систем изоляции — Общие руководящие положения	IDT	ГОСТ IEC 60034-18-1—2014 Машины электрические вращающиеся. Часть 18-1. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Общие требования
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - IDT — идентичные стандарты.		

УДК 621.313:006.354 МКС 29.160 IDT

Ключевые слова: вращающиеся электрические машины, функциональные показатели, система изоляции, шаблонная обмотка, электрическая стойкость

Редактор *Н.В. Верховина*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *А.В. Балвановича*

Подписано в печать 08.02.2016. Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 2,33. Тираж 33 экз. Зак. 4107.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru