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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 60034-18-1— 2014

МАШИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВРАЩАЮЩИЕСЯ

Часть 18-1

Оценка функциональных показателей систем изоляции. Общие требования

(IEC 60034-18-1:2010, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2015

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 международного стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

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

За принятие проголосовали:

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

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 мая 2015 г. № 407-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 60034-18-1—2014 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 марта 2016 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60034-18-1:2010 Rotating electrical machines — Part 18-1. Functional evaluation of insulation systems — General guidelines (Машины электрические вращающиеся. Часть 18-1. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Общие руководящие указания).

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, 2015

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

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
3.1 Общие определения . . . 2
3.2 Термины, относящиеся к испытуемым объектам . . . 3
3.3 Термины, относящиеся к факторам воздействия и старения . . . 3
3.4 Термины, относящиеся к испытаниям и оценке . . . 3
4 Общие положения функциональной оценки . . . 4
4.1 Вводные замечания . . . 4
4.2 Результаты воздействия факторов старения . . . 4
4.3 Эталонная/испытуемая система изоляции . . . 5
4.4 Оценка второстепенных составных частей или изменений, внесенных производителем . . . 5
4.5 Испытания на проверку работоспособности . . . 5
4.6 Приемочные испытания . . . 5
5 Испытания на работоспособность при нагреве . . . 6
5.1 Общие положения испытаний на работоспособность при нагреве . . . 6
5.2 Анализ, регистрация и классификация . . . 6
6 Электрические испытания на проверку работоспособности . . . 7
6.1 Общие положения электрических испытаний на проверку работоспособности . . . 7
6.2 Анализ и регистрация . . . 7
7 Испытания механической нагрузкой на проверку работоспособности . . . 8
8 Испытания на проверку работоспособности под воздействием внешней среды . . . 8
9 Требование к многофакторным функциональным испытаниям . . . 8
Библиография . . . 9
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам . . . 10

Введение

IEC 60034-18 состоит из нескольких частей, содержащих разные типы оценки функциональных показателей и особые методы испытаний систем изоляции вращающихся электрических машин.

IEC 60034-18-1 включает в себя общие требования для таких методов и принципов классификации, а последующие части IEC 60034-18-21, IEC 60034-18-22, IEC 60034-18-31, IEC 60034-18-32, IEC 60034-18-33, IEC 60034-18-34, IEC 60034-18-41 и IEC 60034-18-42 представляют детальные методы для разных типов обмоток. Дополнительно части IEC 60034-18-41 и IEC 60034-18-42 содержат специальные методы испытаний для оценки (с точки зрения электротехники) обмоток, подвергающиеся воздействию напряжения питания от статического преобразователя.

Вышеуказанные стандарты предоставляют основу для совершенствования ранее разработанных:

IEC 60505 определяет основу для расчета старения систем электроизоляции в условиях электрической и механической нагрузки, при нагреве и под воздействием внешней среды (многофакторная нагрузка). Он определяет общие принципы, по которым следует проводить испытания на работоспособность и методы оценки.

Стандарт серии IEC 60216 определяет термостойкость отдельных изоляционных материалов. Принимая, что уравнение Аррениуса можно применять для расчета скорости старения в зависимости от температуры, приведены методы испытаний и руководства по анализу для получения таких характерных параметров, как температурный индекс (TI), половинный интервал (HIC) и относительный индекс термостойкости (RTE). Для всех этих параметров указаны особые показатели и принятые предельные значения. Соответственно, материал может характеризоваться более чем одним температурным индексом в зависимости от измерения разных свойств и использования разных предельных значений.

IEC 60085 определяет оценку тепловых характеристик системы изоляции, использующихся в электрооборудовании. В частности, для использования во вращающихся машинах, описываемых в IEC 60034-1 определены классы нагревостойкости систем изоляции и введены такие обозначения, как 130 (B), 155 (F) и 180 (H).

Информация для систем изоляции нередко выбиралась только на основе нагревостойкости отдельных материалов в соответствии со стандартами IEC серии 60216. Однако IEC 60085 устанавливает, что выбор на основе нагревостойкости может использоваться для материалов при экранировании изоляции, как предварительный до дальнейшей функциональной оценки новой, не испытанной в работе системы изоляции. Оценка выполняется на основе сравнения с испытанной в работе системой изоляции. Опыт эксплуатации является предпочтительной основой для определения нагревостойкости системы изоляции.

IEC 62539 устанавливает статистические методы анализа времени выхода из строя и значений пробивного напряжения, полученных в ходе электрических испытаний твердых изоляционных материалов для получения характеристик данной системы и сравнения с другими системами изоляции. Методы анализа описаны для распределения Вейбулла, однако представлены и другие распределения.

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 18-1

Оценка функциональных показателей систем изоляции. Общие требования

Rotating electrical machines. Part 18-1. Functional evaluation of insulation systems. General guidelines

Дата введения — 2016—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на вращающиеся электрические машины и устанавливает требования к оценке функциональных показателей систем изоляции, в соответствии с областью применения IEC 60034-1.

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 60034-18-21 Rotating electrical machines — Part 18-21: Functional evaluation of insulation systems — Test procedures for wire-wound windings — Thermal evaluation and classification (Машины электрические вращающиеся. Часть 18-21. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методики испытаний обмоток из обмоточного провода. Оценка тепловых характеристик и классификация)

IEC 60034-18-22 Rotating electrical machines — Part 18-22: Functional evaluation of insulation systems — Test procedures for wire-wound windings — Classification of changes and insulation component substitutions (Машины электрические вращающиеся. Часть 18-22. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методики испытаний обмоток из обмоточного провода. Классификация изменений и замена составных частей в изоляции)

IEC 60034-18-31 Rotating electrical machines — Part 18-31: Functional evaluation of insulation systems — Test procedures for form-wound windings — Thermal evaluation and classification of insulation systems used in machines up to and including 50 MVA and 15 kV (Машины электрические вращающиеся. Часть 18-31. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методики испытаний шаблонных обмоток. Оценка тепловых характеристик и классификация изоляционных систем, используемых в машинах мощностью до 50 МВА включительно и напряжения 15 кВ)

IEC 60034-18-32 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. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методики испытаний шаблонных обмоток. Оценка электрической прочности)

IEC/TS 60034-18-33 Rotating electrical machines — Part 18-33: Functional evaluation of insulation systems — Test procedures for form-wound windings — Multifactor functional evaluation — Endurance under thermal and electrical stresses of insulation systems used in machines up to and including 50 MVA and 15 kV (Машины электрические вращающиеся. Часть 18-33. Оценка функциональных показателей систем изо-

Издание официальное

ляции. Методики испытаний шаблонных обмоток. Многофакторная функциональная оценка. Стойкость систем изоляции в условиях совместного воздействия на них термической и электрической нагрузок в машинах мощностью до 50 МВА включительно и напряжения 15 кВ)

IEC 60034-18-34 Rotating electrical machines — Part 18-34: Functional evaluation of insulation systems — Test procedures for form-wound windings — Evaluation of thermomechanical endurance of insulation systems (Машины электрические вращающиеся. Часть 18-34. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методики испытаний шаблонных обмоток. Оценка термомеханической стойкости систем изоляции)

IEC 60034-18-41 Rotating electrical machines — Part 18-41: Qualification and type tests for Type I electrical insulation systems used in rotating electrical machines fed from voltage converters (Машины электрические вращающиеся. Часть 18-41. Квалификационные и типовые испытания для систем электроизоляции типа I, используемых во вращающихся электрических машинах с питанием от преобразователей напряжения)

IEC/TS 60034-18-42 Rotating electrical machines — Part 18-42: Qualification and acceptance tests for partial discharge resistant electrical insulation systems (Type 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 напряжения)

IEC 60085 Thermal evaluation and classification of electrical insulation (Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация)

IEC 60216 (все части) Electrical insulating materials — Properties of thermal endurance (Материалы электроизоляционные. Характеристики теплостойкости)

IEC 60493-1 Guide for the statistical analysis of ageing test data — Part 1: Methods based on mean values of normally distributed test results (Руководство по статистическому анализу данных по испытанию на старение. Часть 1. Методы, основанные на средних величинах нормально распределенных результатов испытаний)

IEC 60505:2004 Evaluation and qualification of electrical insulation systems (Оценка и квалификация систем электрической изоляции)

IEC 62539 Guide for the statistical analysis of electrical insulation breakdown data (Руководство по статистическому анализу данных о пробоях электроизоляции)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 Общие определения

3.1.1 **класс нагревостойкости** (class temperature): Температура, на которую рассчитана система изоляции в соответствии с ее термическим классом, определенным в IEC 60085 и используемым IEC 60505.

3.1.2 **система изоляции** (insulation system): Изолирующая структура, содержащая один или более электроизоляционный материал на токоведущих частях электрических вращающихся машин.

[IEC 60505:2004, 3.1.1, переработанное]

Примечания

1 В обмотках может использоваться несколько изолирующих составных частей, каждая из которых рассчитана на разную нагрузку при эксплуатации, например, межвитковая изоляция, пазовая изоляция, изоляция выводов. К разным составным частям внутри системы могут применяться и различные критерии.

2 В машинах определенного типа возможно наличие более, чем одной системы изоляции. Эти системы изоляции могут иметь разные классы нагревостойкости (например, обмотки статора и ротора).

3.1.3 **испытуемая система изоляции** (candidate insulation system): Система изоляции, подвергающаяся испытаниям с целью определения ее эксплуатационных характеристик с учетом факторов старения.

[IEC 60050-411, Дополнение 1:2007, 411-39-26, переработанное]

3.1.4 **эталонная система изоляции** (reference insulation system): Система изоляции, характеристики которой установлены на основании испытаний.

[IEC 60050-411, Дополнение 1:2007, 411-39-27]

3.1.5 **обмотка** (coil): Один или более витков изолированных проводников, соединенных последовательно и окруженных общей изоляцией и предназначенных для направления или создания магнитного потока.

[IEC 60050-411:1996, 411-38-03, переработанное]

3.1.6 **стержень** (bar): Каждая из двух частей, которые, после установки в пазы и соединения, образуют полную шаблонную обмотку (см. 3.1.8) и лобовую часть катушки с соответствующим выводом.

[IEC 60050-411:1996, 411-38-05, переработанное]

Примечание — Как правило, электрические машины переменного тока используют стержни, и, как правило, они образуют один виток в двухслойной обмотке.

3.1.7 **обмотка, намотанная изолированными проводами** (wire-wound winding): Обмотка, которая состоит из одного или нескольких изолированных проводников, где отдельные проводники могут занимать нешаблонную позицию на лобовой части катушки.

Примечание — Обычно это нешаблонная катушка с проводником круглого сечения.

[IEC 60050-411:1996, 411-38-13, переработанное]

3.1.8 **шаблонная обмотка** (form-wound winding): Обмотка, состоящая из витков (секций) с заранее заданной формой и изоляцией еще до того, как их установили на окончательное место.

Примечание — Обычно в этих обмотках используются проводники прямоугольного сечения.

[IEC 60050-411:1996, 411-38-11, переработанное]

3.2 Термины, относящиеся к испытуемым объектам

3.2.1 **испытуемый объект** (test object): Объект, который проходит испытания.

Примечания

1 Это может быть как устройство полностью, так и его часть или специальный опытный образец (см. 3.2.3 и 3.2.4), который может быть подвергнут испытаниям на работоспособность.

2 Испытываемый объект может включать более одного опытного образца (см. 3.2.2).

3.2.2 **опытный образец** (test specimen): Отдельная составная часть в составе объекта испытаний, который может использоваться для получения одного из показателей (например, время до выхода из строя).

Примечание — Опытный образец может содержать несколько составных частей изоляции (например, межвитковую изоляцию и изоляцию заземления), каждый из которых может предоставить данные такого рода.

3.2.3 **типовое приспособление** (formette): Приспособление используемое для оценки функциональных показателей систем изоляции для шаблонных катушек.

[IEC 60050-411, Дополнение 1:2007, 411-53-64]

3.2.4 **модель** (motorette): Специальная модель, используемая для оценки функциональных показателей систем изоляции для нешаблонных катушек.

[IEC 60050-411, Дополнение 1:2007, 411-53-65]

3.3 Термины, относящиеся к факторам воздействия и старения

3.3.1 **воздействующий фактор** (factor of influence): Нагрузка, вызванная условиями эксплуатации, внешней средой или испытаниями, которая может повлиять на старение или работу системы изоляции.

3.3.2 **фактор старения** (ageing factor): Воздействующий фактор, вызывающий старение.

Примечание — В разных частях обмотки электрической машины доминирующими могут быть разные факторы воздействия или старения (например, межвитковая изоляция и изоляция вывода). Поэтому для оценки этих частей изоляции могут использоваться разные критерии. К этим частям может быть оправдано применение разных методов функциональной оценки.

3.4 Термины, относящиеся к испытаниям и оценке

3.4.1 **диагностирующий фактор** (diagnostic factor): Переменная или фиксированная нагрузка на отдельную составную часть опытного образца для определения его состояния после старения без существенного ускорения этого процесса.

[IEC 60505:2004, 3.3.7, переработанное]

3.4.2 **испытание на работоспособность** (functional test): Сравнительное испытание, в котором испытуемая и эталонная системы изоляции подвергаются старению и диагностирующим факторам для оценки испытываемой системы.

3.4.3 **испытание на долговечность** (endurance test): Испытание, при котором система изоляции испытуемого объекта подвергается воздействию одного или более факторов старения, относящихся к условиям эксплуатации, и где изменения в определенных характеристиках оцениваются с помощью диагностических испытаний.

3.4.4 **диагностическое испытание** (diagnostic test): Испытание, при котором система изоляции испытуемого объекта подвергается воздействию одного или более диагностирующих факторов для определения ее состояния путем измерений или испытаний до конечного момента и для определения, когда был достигнут конечный критерий.

3.4.5 **конечный критерий** (end-point criterion): Избранное значение характеристики испытуемого объекта, показывающее окончание его ресурса при испытаниях, или произвольно выбранного для сравнения систем изоляции.

3.4.6 **конечный момент** (end-point): Окончание испытания, определяемое конечным критерием.

3.4.7 **классификация** (classification): Последовательность действий, ведущих к определению класса нагревостойкости системы изоляции.

4 Общие положения функциональной оценки

4.1 Вводные замечания

Все испытания на проверку работоспособности, приведенные в серии IEC 60034-18, являются сравнительными. Эксплуатационные характеристики испытуемой системы сравниваются с таковыми эталонной системы, когда обе ставятся в одинаковые условия испытаний, подходящие для данных испытуемых объектов, методов старения и диагностических испытаний.

В конце каждого функционального испытания должна производиться функциональная оценка. Это означает необходимость сравнить диагностические данные, полученные для испытуемой системы, с данными эталонной системы. Как правило, сравнивается среднее время до отказа системы.

Если характеристики испытуемой системы оказываются не хуже, чем у эталонной, то испытуемая система считается успешно прошедшей испытания. Это справедливо, если 90 % доверительного интервала процентиля выбранного распределения вероятности, представляющего среднее значение, совпадает с (или превышает) аналогичными характеристиками эталонной системы (см. IEC 60493-1 и IEC 62539).

Значительные различия в размере, напряжении и условиях эксплуатации обмоток в разных вращающихся электрических машинах обуславливают необходимость использования иных методов для функциональной оценки обмоток разных типов. Сложность этих методов также может быть различной: простейший основан на единственном факторе старения (например, термического или электрического).

Методы оценки функциональных показателей позволяют использовать сравнения и допускают аттестацию испытуемых систем изоляции. Однако они не могут исчерпывающим образом определить достоинства какой-либо заданной системы изоляции. Такая информация может быть получена в общем виде только в результате расширенного опыта эксплуатации.

4.2 Результаты воздействия факторов старения

Все факторы старения (например, термический, электрический, механический и от воздействия внешней среды) влияют на срок эксплуатации машин. Однако значение каждого из них для разных типов машин и ожидаемого срока эксплуатации неодинаково. Иногда лишь один из этих факторов старения считается значительным. В других случаях несколько факторов старения могут иметь схожую значимость. Эти различные условия должны учитываться при выборе соответствующего испытания на проверку работоспособности в соответствии с настоящим стандартом. Изоляция малых или средних машин низкого напряжения с питанием от сети изнашивается главным образом от воздействия температуры и внешней среды, а электрическая и механическая нагрузки имеют меньшее значение.

Большие машины с шаблонными обмотками также испытывают воздействие температуры и внешней среды, однако важными факторами старения могут быть электрические и механические нагрузки.

Особо крупные машины, в которых обычно используются шаблонные (с сердечниками) обмотки, и которые могут эксплуатироваться в особых внешних условиях (например, в контакте с водородом), обычно испытывают наиболее сильное воздействие от механических или электрических нагрузок, или от обеих вместе, а температура и внешняя среда могут быть для них менее значительными факторами старения.

Изоляция обмоток малых, средних, больших и очень больших машин с вентильным электродвигателем может подвергаться значительным электрическим нагрузкам (см. IEC 60034-18-41 и IEC 60034-8-42).

4.3 Эталонная/испытуемая система изоляции

Система изоляции считается эталонной, если ее работоспособность подтверждена положительными результатами испытаний. Это означает:

- она продемонстрировала успешную работоспособность и расчетные характеристики (класс) в процессе эксплуатации в течение достаточно продолжительного времени при стандартном использовании системы изоляции;
- опыт эксплуатации основывается на работе определенного количества машин.

Эталонная система изоляции должна испытываться вместе с испытуемой системой по тем же методам испытаний и, предпочтительно, в той же лаборатории.

Если необходимо подтвердить результаты в другой лаборатории, то может оказаться, что результаты испытаний на долговечность отличаются по причине того, что условия первоначальных испытаний воспроизведены неточно. Однако сравнение результатов между аккредитованными лабораториями должно показать такую же относительную разницу между характеристиками испытуемой и эталонной системами.

4.4 Оценка второстепенных составных частей или изменений, внесенных производителем

Любая замена изоляционных материалов или любое соответствующее изменение в производственном процессе превращает эталонную систему в испытуемую систему с необходимостью новой оценки функциональных требований до тех пор, пока новые составные части не получат права считаться по химическим и физическим свойствам идентичными старым, а предполагаемые изменения в производственном процессе не будут влиять на электрические свойства системы изоляции.

В отношении доминантного фактора старения или нескольких факторов старения может оказаться, что предполагаемое изменение окажется несущественным. Такое незначительное изменение (замена составной части или изменение производственного процесса) не предполагает существенного воздействия на эксплуатационные характеристики системы изоляции. Для него может быть оправдана не полная функциональная оценка, а сокращенная функциональная оценка или особые испытания на долговечность (см. IEC 60034-18-22 вместе с IEC 60034-18-21, IEC 60034-18-31, IEC 60034-18-32 и IEC 60034-18-33).

Производитель несет ответственность за определение необходимости подтверждения и использования сокращенной функциональной оценки или процедуры специальных испытаний на долговечность. Полная или сокращенная функциональная оценка или специальные испытания на долговечность могут быть необходимы.

В документацию на систему изоляции производитель должен включить верификацию небольших изменений, если они вносились в систему.

4.5 Испытания на проверку работоспособности

В соответствии с определением в пункте 3.4.2, испытания на проверку работоспособности используются для определения качества систем изоляции. Они проводятся путем циклических испытаний на долговечность, причем каждый цикл состоит из подцикла старения и подцикла диагностического испытания. В подцикле старения опытные образцы подвергаются воздействию определенных факторов старения в интенсивном режиме для ускорения процесса старения. В подцикле диагностических испытаний опытные образцы подвергаются соответствующим диагностическим испытаниям для определения конечного срока эксплуатации или соответствующих характеристик системы изоляции на данный момент. В некоторых случаях фактор старения сам по себе может выступать в роли диагностирующего фактора с целью продемонстрировать конечный срок эксплуатации системы.

Не все диагностические испытания необходимы в каждом случае. Иногда определенные диагностические испытания провести не представляется возможным.

Результаты данных испытаний имеют сравнительный характер и не позволяют проводить расчеты определенного срока эксплуатации (например, путем экстраполяции или вычислений), так как на него могут влиять дополнительные факторы.

4.6 Приемочные испытания

Приемочные испытания могут проводиться для подтверждения того, что используемые изоляционные материалы и производственные процессы соответствуют ожидаемому качеству продукции. Тем не менее, сами по себе приемочные испытания не являются окончательными.

Решение о том, проводить приемочные испытания или нет, должно быть согласовано между производителем и заказчиком.

В случаях, когда нет возможности проводить приемочные испытания испытываемых объектов с теми секциями обмоток, которые поставляются для продажи по контракту, приемочным испытанием может считаться стандартное испытание.

5 Испытания на работоспособность при нагреве

5.1 Общие положения испытаний на работоспособность при нагреве

В настоящем стандарте целью испытаний на термостойкость и работоспособность является предоставление данных, которые могут использоваться для определения класса нагревостойкости новой системы изоляции до подтверждения ее эксплуатационных характеристик. Данные руководящие указания используются в сочетании с IEC 60034-18-21, IEC 60034-18-22 и IEC 60034-18-31 для рассматриваемого типа обмотки и там, где фактор старения в зависимости от температуры должен считаться доминантным по сравнению с прочими факторами старения.

Примененные в настоящем стандарте концепции основаны на IEC 60085, IEC 60493-1, IEC 60505 и IEC 62539.

Процесс старения в зависимости от температуры в системах изоляции электрических вращающихся машин может быть сложным по своей природе. Так как системы изоляции вращающихся машин различаются по степеням сложности, то описанные в IEC 60085 простые системы во вращающихся машинах отсутствуют.

Если предполагаемый класс нагревостойкости испытуемой системы отличается от известного класса нагревостойкости эталонной системы, следует аналогичным образом использовать другие температуры старения, длительности подциклов и (когда технически оправдано) другие расчетные данные.

Диагностические испытания (такие, как испытание на устойчивость к механическим нагрузкам, испытание на влагостойкость и электрические испытания) должны проводиться после каждого подцикла испытания на старение от нагрева для проверки состояния системы изоляции.

Следует осознавать, что более высокая механическая нагрузка и более высокая концентрация продуктов распада может наблюдаться во время испытаний на старение при повышенных по сравнению с номинальными значениях температуры. Также понимается, что выход из строя из-за сверхбольших механических или электрических нагрузок имеет, как правило, другую природу по сравнению с неисправностями, возникающими из-за длительной эксплуатации.

5.2 Анализ, регистрация и классификация

Считается, что окончание срока эксплуатации изоляции наступает в середине подцикла старения между двумя последовательными подциклами диагностических испытаний. Для каждого образца и для каждой температуры необходимо регистрировать общее количество часов термического старения.

График теплостойкости составляется на основе данных старения в соответствии с методикой, изложенной в IEC 60493-1 и IEC 62539, как для испытуемой, так и для эталонной системы.

Выбирая распределение для представления результата испытания на старение, необходимо убедиться в адекватности данного распределения для данной цели.

Если в особых случаях требования к ожидаемому сроку эксплуатации испытываемой системы изоляции изначально отличаются от аналогичных требований к эталонной системе изоляции в рамках этого же класса нагревостойкости, то аттестация может производиться, принимая этот факт во внимание (см. IEC 60034-18-21 и IEC 60034-18-31). Данные положения должны быть указаны в протоколе вместе с надлежащим обоснованием.

Если на графиках нагревостойкости эталонной и испытуемой систем кривые явно различаются, то это отражает существенные различия в процессах их старения. Поэтому аттестация на основе этого сравнения будет не правомерна.

При регистрации результатов рекомендуется приводить все существенные подробности испытания, включая следующие из списка:

- ссылки на испытания по стандартам IEC;
- описания испытуемых систем изоляции (эталонная и испытуемая системы);
- температуры старения и продолжительность подциклов старения для каждой системы изоляции;
- диагностические испытания с параметрами проведенных испытаний или выбранных нагрузок для каждой системы изоляции;
- конструкции опытных образцов или испытуемых объектов;
- количество образцов при каждой температуре для каждой системы изоляции;
- метод нагрева для старения и способ измерения температур (включая тип термошкафа и т. д.);
- время проветривания термошкафа;

- индивидуальные сроки эксплуатации до отказа и виды отказов;
- средние зарегистрированные сроки эксплуатации до отказа и стандартные отклонения, либо нижний доверительный предел для каждой температуры старения и для каждой системы изоляции;
- график нагревостойкости со средними значениями и линией регрессии;
- класс нагревостойкости эталонной системы;
- класс нагревостойкости испытуемой системы, определенный в ходе испытания.

6 Электрические испытания на проверку работоспособности

6.1 Общие положения электрических испытаний на проверку работоспособности

Системы изоляции подвергаются электрическому старению путем подачи напряжения на участки с разными потенциалами, где фактор электрического старения считается доминантным по сравнению с прочими факторами старения. Процедура аттестации для этих условий подробно приведена в стандартах IEC 60034-18-32, IEC 60034-18-41 и IEC 60034-18-42.

Процесс старения можно ускорить при увеличении электрической нагрузки или частоты испытательного напряжения. Конец срока эксплуатации проявляется либо в отказе при подвергании электрическому старению, либо в отказе в ходе диагностического испытания.

Если необходимо адаптировать конструкцию отдельных составных частей систем изоляции таким образом, чтобы сделать электрические испытания на проверку работоспособности возможными (например, система дозирования нагрузки), то для таких составных частей рекомендуются особые испытания на долговечность или приемочные испытания.

Проводя испытания при разных значениях напряжения, можно построить зависимость срока эксплуатации от электрической нагрузки. Следует обратить внимание на то, что увеличенная частота нередко используется для ускорения электрического старения, причем скорость старения пропорциональна частоте. Однако этого подхода придерживаются не всегда. Описание данной проблемы приводится в IEC 60034-18-42.

Обычно срок эксплуатации укладывается в широкий диапазон для каждого отдельного значения электрической нагрузки. Поэтому необходимо, чтобы при испытаниях было получено достаточное для статистической обработки количество данных о времени отказа для каждого случая старения от электрической нагрузки.

В определенных случаях для электрической аттестации могут проводится специальные испытания на долговечность или приемочные испытания, например, неразрушающие испытания, см. IEC 60034-18-41.

Образцы должны иметь комнатную температуру или температуру соответствующего класса нагревостойкости. Следует позаботиться о том, чтобы диэлектрические потери при высокой нагрузке или при повышенной частоте не перегревали изоляцию настолько, чтобы это могло повлиять на результаты испытаний.

6.2 Анализ и регистрация

График электрической износостойкости строится с использованием данных о старении в соответствии с положениями, приведенными в IEC 62539, как для испытуемой, так и для эталонной системы. Выбирая распределение для представления результата испытания на старение, необходимо убедиться в адекватности данного распределения для данной цели. Исходя из современного опыта, обычно выбирают распределение Вейбулла.

При регистрации результатов рекомендуется указывать все существенные подробности испытания, включая следующие из списка:

- максимальное значение номинального напряжения системы;
- температуру испытания;
- описание испытуемых систем изоляции (эталонной и испытуемой);
- напряжения старения, частоты и длительность подциклов старения, если уместно;
- диагностические испытания, включая значения используемых диагностических факторов;
- конструкцию испытуемого объекта;
- количество опытных образцов для каждого значения напряжения (испытание под фиксированным напряжением);
- индивидуальные сроки эксплуатации до отказа и виды отказов;
- метод статистической обработки результатов испытаний (предпочтительно распределение Вейбулла) для определения среднего времени до (63 % значений в этом случае) и доверительные интервалы, см. IEC 62539;

- график электрической износостойкости со средними или серединными точками для каждого значения нагрузки электрического старения и линии регрессии.

7 Испытания механической нагрузкой на проверку работоспособности

Считается, что в некоторых видах оборудования механическая нагрузка выступает в роли фактора старения, либо сама по себе, либо в сочетании с другими факторами старения. Механическое старение может быть следствием последовательности вибрационных нагрузок, нагрузок, вызванных электродинамическими силами или термомеханических нагрузок вследствие значительного числа существенных изменений потребителем при нормальной эксплуатации (см. IEC 60034-18-34).

В данный момент не имеется удовлетворительной технической информации для того, чтобы стандартизировать методы испытания механической нагрузкой на старение в качестве основополагающих.

Примечание — Подход к созданию эмпирической модели и методов испытаний описан в IEC 60505.

8 Испытания на проверку работоспособности под воздействием внешней среды

Считается, что в некоторых видах оборудования факторы внешнего воздействия являются факторами старения.

Факторы старения в результате внешних воздействий включают в себя химически/физически активные или электропроводящие атмосферные примеси индустриальных районов, повышенную влажность воздуха, заражение грибком или микробами, попадание механических абразивных материалов (например, песка) в охлаждающемся воздухе.

Такие химически/физически активные факторы старения в результате внешних воздействий могут также быть результатом наличия хладагента в двигателе или ионизирующей радиации на атомной электростанции. Для систем изоляции в таких особенных условиях существуют расширенные испытания на долговечность, не входящие в компетенцию серии стандартов IEC 60034-18.

В данный момент не имеется удовлетворительной технической информации для того, чтобы стандартизировать методы испытания на старение внешними факторами в качестве основополагающих.

9 Требование к многофакторным функциональным испытаниям

Считается, что более одного фактора (например, нагрев и электрическая нагрузка) могут влиять на эксплуатационные характеристики систем изоляции, особенно при одновременном воздействии (см. IEC 60034-18-33).

Такое многофакторное старение может происходить в машинах низкого и высокого напряжения при высоких уровнях механической нагрузки в сочетании с нагревом.

В общем случае, для многофакторных функциональных испытаний следует рассматривать следующие принципы, определенные исходя из IEC 60505:

a) одновременно действующие факторы влияния на эксплуатационные характеристики предпочтительно моделировать при одновременных испытаниях на старение, в то время как последовательно влияющие факторы предпочтительно моделировать при последовательных циклах старения, чтобы убедиться, что возможные прямые или косвенные взаимодействия между разными факторами старения во время функциональных испытаний происходят также, как в реальных условиях;

b) когда известно, что один из факторов старения важнее прочих, то многофакторные испытания могут проводиться путем ускоренного воздействия только этого фактора, а прочие факторы остаются на номинальных уровнях;

c) в других случаях следует ускорять воздействие всех важных факторов старения. Рекомендуется, чтобы относительная скорость старения была одинакова для каждого фактора старения, а уровни факторов старения устанавливались бы на основе испытаний однофакторного старения до обретения необходимого опыта;

d) рекомендуется задать эталонные условия эксплуатации, на которые рассчитана машина и ее система изоляции.

Уровни факторов влияния при эталонных условиях эксплуатации служат основой для расчета ускоряющих факторов во время подцикла старения и для установления уровней диагностических испытаний;

e) для испытаний с многофакторным ускорением сравнение между испытуемой и эталонной системами следует проводить только в границах испытательных значений.

Библиография

[1] МЭК 60050-411:1996 International Electrotechnical Vocabulary — Part 411: Rotating machinery. Amendment 1 [Международный Электротехнический словарь. Часть 411. Машины вращающиеся. Дополнение 1 (2007)]

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 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 60034-18-21 Машины электрические вращающиеся. Часть 18-21. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методики испытаний обмоток из намотанной проволоки. Оценка тепловых характеристик и классификация	IDT	ГОСТ IEC 60034-18-21—2014 Машины электрические вращающиеся. Часть 18-21. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методы испытаний обмоток из обмоточного изолированного провода. Оценка тепловых характеристик и классификация
IEC 60034-18-22 Машины электрические вращающиеся. Часть 18-22. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методики испытаний обмоток из намотанной проволоки. Классификация изменений и замен компонентов изоляции	IDT	ГОСТ IEC 60034-18-22—2014 Машины электрические вращающиеся. Часть 18-22. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методики испытаний обмоток из обмоточного изолированного провода. Классификация изменений при замене компонентов изоляции
IEC 60034-18-31 Машины электрические вращающиеся. Часть 18-31. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методики испытаний шаблонных обмоток. Оценка тепловых характеристик и классификация изоляционных систем, используемых в машинах мощностью до 50 МВА включительно и напряжения 15 кВ	IDT	ГОСТ IEC 30034-18-31—2014 Машины электрические вращающиеся. Часть 18-31. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методики испытаний для шаблонных обмоток. Оценка и классификация систем изоляции, используемых во вращающихся машинах, по тепловым характеристикам
IEC 60034-18-32 Вращающиеся электрические машины. Часть 18-32. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методики испытаний шаблонных обмоток. Оценка электрической прочности	IDT	ГОСТ IEC 600314-18-32—2014 Машины электрические вращающиеся. Часть 18-32. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методики испытаний для шаблонных обмоток. Оценка электрической стойкости
IEC/TS 60034-18-33 Машины электрические вращающиеся. Часть 18-33. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методики испытаний шаблонных обмоток. Многофакторная функциональная оценка. Стойкость систем изоляции в условиях совместного воздействия на них термической и электрической нагрузок в машинах мощностью до 50 МВА включительно и напряжения 15 кВ	IDT	ГОСТ IEC/TS 60034-18-33—2014 Машины электрические вращающиеся. Часть 18-33. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методы испытаний для шаблонных обмоток. Многофакторная оценка стойкости систем изоляции в условиях совместного воздействия при термической и электрической нагрузках
IEC/TS 60034-18-34 Машины электрические вращающиеся. Часть 18-34. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методики испытаний шаблонных обмоток. Оценка термомеханической стойкости систем изоляции	IDT	ГОСТ IEC 60034-18-34—2014 Машины электрические вращающиеся. Часть 18-34. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методы испытаний для шаблонных обмоток. Оценка термомеханической стойкости систем изоляции
IEC 60034-18-41 Машины электрические вращающиеся. Часть 18-41. Квалификационные и типовые испытания для систем электроизоляции типа I, используемых во вращающихся электрических машинах с питанием от преобразователей напряжения	IDT	ГОСТ IEC/TS 60034-18-41—2014 Машины электрические вращающиеся. Часть 18-41. Квалификационные и типовые испытания для систем электроизоляции типа I, используемых во вращающихся электрических машинах с питанием от преобразователей напряжения

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование межгосударственного стандарта
IEC/TS 60034-18-42 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 напряжения	IDT	ГОСТ IEC/TS 60034-18-42—2014 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 напряжения
IEC 60085 Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация	—	*
IEC 60216 (все части) Материалы электроизоляционные. Характеристики теплостойкости	—	*
IEC 60493-1 Руководство по статистическому анализу данных по испытанию на старение. Часть 1. Методы, основанные на средних величинах нормально распределенных результатов испытаний	—	*
IEC 60505:2004 Оценка и квалификация систем электрической изоляции	MOD	ГОСТ 27905.1—88 (МЭК 505—75) Системы электрической изоляции электрооборудования. Оценка и классификация
IEC 62539 Руководство по статистическому анализу данных о пробоях электроизоляции	—	*

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты.

УДК 621.313:006.354 МКС 29.160 IDT

Ключевые слова: вращающиеся электрические машины, функциональные показатели, системы изоляции

Редактор *Н.В. Верховина*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.С.Кабашова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 19.06.2015. Подписано в печать 01.07.2015. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,70. Тираж 32 экз. Зак. 2267.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru