ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

# НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р 54418.21 —**

2011

**(МЭК 61400-21:**

**2008)**

**Возобновляемая энергетика. Ветроэнергетика.**

**Установки ветроэнергетические**

Ч а с т ь 2 1

**ИЗМЕРЕНИЕ И ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК, СВЯЗАННЫХ С КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК, ПОДКЛЮЧЕННЫХ К ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ**

IEC 61400\*21:2008

Wind turbines —Part 21: Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines

(MOD)

Издание официальное

ГОСТ Р 54418.21—2011

# Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 1&4-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0 — 2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1. ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский науч­ но-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ФГУП «8НИИНМАШ») и Техническим комитетом по стандартизации ТК 039 «Энергосбережение, энергетическая эффективность, экергоменеджмент» на основе собственного аутентичного перевода на русский язык стандарта, указанно­ го в пункте 4
2. ВНЕСЕН Управлением технического регулирования и стандартизации Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии
3. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регу­ лированию и метрологии от 28 сентября 2011 г. №341-ст
4. Настоящий стандарт является модифицированным лоотношению к международному стандарту МЭК61400-21:2008 «Системы турбогенераторные ветровые. Часть21. Измерение и оценка характери­ стик качества электроэнергии ветровых турбин с сетевым подсоединением» (IEC 61400-21:2008 «Wind turbines—Part 21: Measurement an] assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines») путем внесения дополнительных требований, объяснение которых приведено во введении к настоящему стандарту.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного междуна­ родного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р1.5—2004 (пункт 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных междуна­ родных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о ко­ торых приведены в дополнительном приложении ДА.

1. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация об* изменениях *к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом* ин­ формационном *указателе* «Национальные *стандарты». а текст изменений и поправок*—е *ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано е ежеме­ сячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая ин­ формация. уведомления и тексты размещаются также в информационной системе общего пользова­ ния —на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет*

©Стандартинформ, 2012

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распро­ странен в качестве официальногоиздания без разрешения Федерального агентства по техническому регу­ лированию и метрологии

I

ГОСТ Р 54418.21—2011

# Содержание

1. [Область применения. 1](#_bookmark0)
2. [Нормативные ссылки. 2](#_bookmark1)
3. [Термины и определения. 2](#_bookmark2)
4. [Обозначения и единицы физических величин. 4](#_bookmark3)
5. [Сокращения. 6](#_bookmark4)
6. [Характеристики ветроэлектрических установок, связанные с качеством электрической энергии . . 6](#_bookmark5)
   1. Общие положения. 6
   2. Технические характеристики ветроэлектрической установки. 6
   3. Колебания напряжения. 6
      1. Общие положения. 6
      2. Непрерывная работа 6
      3. Операции переключения. 7
   4. Гармоники тока, интергармочики и составляющие более высоких частот 7
   5. Воздействие провалов напряжения. 8
   6. Активная мощность. 9
      1. Максимальная измеречная мощность. 9
      2. Ограничение изменения мощности. 9
      3. Управление по заданным уставкам. 9
   7. Реактивная мощность. 10
      1. Максимально допустимая реактивная мощность. 10
      2. Управление по заданным уставкам. 10
   8. Защита сети. 10
   9. Время повторного подключения. 10
7. [Методы измерений. 11](#_bookmark6)
   1. Общие положения. 11
      1. Достоверность результатов измерений. 11
      2. Условия проведения измерений. 11
      3. Средства измерений. 12
   2. Технические характеристики ветроэлектрической установки. 13
   3. Колебания напряжения. 13
      1. Общие попожения. 13
      2. Расчетная электрическая сеть. 14
      3. Непрерывная работа 15
      4. Операции переключения. 17
   4. Гармоники тока, интергармочики и составляющие более высоких частот. 19
   5. Воздействие провалов напряжения. 20
   6. Активная мощность. 21
      1. Максимальная измеречная мощность. 21
      2. Ограничение изменения мощности. 21
      3. Управление по заданным уставкам. 22
   7. Реактивная мощность. 22
      1. Максимально допустимая реактивная мощность. 22
      2. Управление по заданным уставкам. 22
   8. Защита электрической сети. 23
   9. Время повторного подключения. 24
8. [Оценка качества электрической энергии. 24](#_bookmark7)
   1. Общие положения. 24
   2. Колебания напряжения. 24

BI

ГОСТ Р 54418.21—2011

* + 1. Общие положения. 24

8.2.2 Непрерывная работа.............................................................................................................................

8.2.3 Операции переключения.......................................................................................................................

* 1. Гармоники тока, интергармоники и составляющие более высоких частот...................................................... Приложение А (справочное) Форма отчета об испытаниях......................................................................................... Приложение В (справочное) Когебания напряжения и фликер................................................................................... Приложение С (справочное) Измерение напряжения, активной и реактивной мощности............................................

£88 88 8

Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов меж\*

д/народным стандартам, использованным в качестве ссылочных е

примененном международном стандарте 48

Библиография. 49

IV

ГОСТ Р 54418.21—2011

# Введение

Настоящий стандарт, подготовленный на основе применения международного стандарта МЭК 61400\*21:2008, относится к группе стандартов, регламентирующихтребования к ветровым энергети­ ческим установкам (ВЭУ).

Модификация настоящего национального стандарта по отношению к международному стандарту МЭК 61400\*21:2008 осуществлена путем изменения отдельных характеристик, фраз и слов, касающихся содержания стандарта и замены ссылок на международные стандарты ссылками на национальные стан\* дарты Российской Федерации и действующие в этом качестве межгосударственные стандарты.

Дополнительные положения, включенные в текст стандарта, выделены в тексте стандарта курсивом.

Сведения о соответствии национальных и межгосударственных стандартов международным стан\* дартам. использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА.

V

# ГОСТ Р 54418.21—2011

(МЭК 61400-21:2008)

Н А Ц И О Н А Л Ь Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т Р О С С И Й С К О Й Ф Е Д Е Р А Ц И И

Возобновляемая энергетика. Ветроэнергетика.

Установки ветроэнергетические Ч а с т ь 21

ИЗМЕРЕНИЕ И ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК. СВЯЗАННЫХ С КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ. ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК. ПОДКЛЮЧЕННЫХ К ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

## Renewable power engineering. Wmd power engineering. Wmd turbines. Part 21.

Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines

Дата введения — 2012 — 07 — 01

# Область применения

Настоящий стандарт устанавливает:

* характеристики, значения которых должны быть определены для применения ветроэнергетических установок (ВЭУ). подключенных к электрической сети. стем. чтобы сделать вывод о качестве электричво кой энергии, поставляемой ВЭУ. а также требования к этим характеристикам:
* порядок проведения измерений для количественного определения характеристик:
* порядок оценки соответствия требованиям к качеству электрической энергии, включая оценку каче­ ства электрической энергии, постаэпяемой ВЭУ конкретного вида, расположенной на заданной площадке, а также, возможно, при групповом размещении.

Методы измерений установлены для отдельно применяемых 8ЭУ, подключенных к электрической сети трехфазного тока.

Установленные методы измерений применимы для ВЭУ любой мощности, хотя настоящий стандарт

распространяется на ВЭУ только тех видов, которые предназначены для подключения к электрической сети в точке общего присоединения (ТОП) при среднем и высоком напряжении. Для ВЭУ этих видов должны быть определены характеристики и проведены испытания в соответствии с настоящим стандартом.

Результаты измерений характеристик применимы для определенной конфигурации и рабочего режи­ ма испытываемой ВЭУ конкретного вида. Другие конфигурации, включая изменение параметров настройки системы управления, которые приводят к изменению характеристик ВЭУ. связанных с качеством электри­ ческой энергии, требуют отдельной оценки.

Методы измерений обеспечивают максимально возможную независимость от особенностей площад­ ки размещения, поэтому характеристики, связанные с качеством электрической энергии, измеренные на площадке испытательной лаборатории, считают справедливыми также для других площадок.

Порядок оценки соответствия требованиям, относящимся к качеству электрической энергии, при­ меним к ВЭУ. подключенным к электрической сети в точке общего присоединения (ТОП) при среднем и высоком напряжении в системе энергоснабжения с фиксированной частотой (отклонение частоты не более

± 1 Гц) и со значительными возможностями регулирования активной и реактивной мощности. В иных случа­ ях следует рассматривать принципы оценки соответствия требованиям, относящимся к качеству электри­ ческой энергии, установленные в r-астоящем стандарте, как рекомендации.

Издание официальное

1

ГОСТ Р 54418.21 — 2011

Настоящий стандарт, предназначенный для применения при испытаниях ВЭУ. содержит также ин­ формацию. полезную при испытаниях ветроэлектростанций.

Примечание — В настоящем стандарте используют следующие значения номинального напряжения

*U„* 8 системе электроснабжения:

* низкое напряжение (НН) при *U„* £1 кВ:
* среднее напряжение (СН) при 1 кВ < *U„* £ 35 кВ:
* высокое напряжение (ВН) при *U„* > 35 кВ.

# Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты: ГОСТ Р ИСО 9000—2001 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь

ГОСТ Р ИСО/МЭК17025—2306 Общие требования к компетентности испытательных и калибровоч­ ных лабораторий

ГОСТ Р 51317.3.3—2008 (МЭК 61000-3-3:2005) Совместимость технических средств электромагнит­

ная. Ограничение изменений напэяжения. колебаний напряжения и фликера в низковольтных системах электроснабжения общего назначения. Технические средства с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе), подключаемые к электрической сети при несоблюдении определенных условий подключе­ ния. Нормы и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.3.12—2006 (МЭК 61000-3\*12:2004) Совместимость технических средств электромаг­ нитная. Ограничение гармонических составляющих тока, создаваемых техническими средствами с по­ требляемым током более 16 А. нс не более 75 А (в одной фазе), подключаемыми к низковольтным систе­ мам электроснабжения общего назначения. Нормы и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.7—2008 (МЭК 61000-4-7:2002) Совместимость технических средств электромагнит­ ная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств

ГОСТ Р 51317.4.15—99 (МЭК 61000-4-15—97) Совместимость технических средств электромагнит­ ная. Фликерметр. Технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.30—2008 (МЭК 61000-4-30:2008) Электрическая энергия. Совместимость техничес­

ких средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии ГОСТ Р 51237—98 Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Термины и определения ГОСТ 1983—2001 Трансформаторы напряжения. Общие технические условия

ГОСТ 7746—2001 Трансформаторы тока. Общие технические условия

ГОСТ 13109—97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нор­ мы качества электрической энергии е системах электроснабжения общего назначения

ГОСТ 30372—95 Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения

ГОСТ Р 50392—92 Арматура для компенсаторов и уплотнений сильфонных металлических. Типы, основные параметры и размеры. Общие технические требования

П р и м е ч а н и е — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в тформационной системе общего пользования — на официальном сайте Федераль­ ного агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указатего «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликован­ ным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, 8 котором дэча осыпка на него, применяется 8 части, не затрагивающей эту ссылку.

# Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 51237, ГОСТ 30372. ГОСТР51317.4.30.(1). а также следующие термины с соответствующими определениями:

* 1. непрерывная работа (для ВЭУ) (continuous operation (for wind turbines)]: Нормальная работа ВЭУ. исключая операции пуск-останов.
  2. минимальная рабочая скорость ветра (для ВЭУ) [cut-in wind speed (for wind turbines)]: Наименьшая скорость ветра на высоте оси ветроколеса. при которой ВЭУ начинает вырабатывать электри­ ческую энергию.

2

ГОСТ Р 54418.21—2011

* 1. коэффициент дозы фликера при непрерывной работе (для ВЭУ) [flicker coefficient for continuous operation (for wind turbines)]: Нормированное значение дозы фликера при непрерывной работе ВЭУ

"П

где *Psl* f>e— кратковременная доза фликера, вызываемого ВЭУ в фиктивной электрической сети (далее — расчетная электрическая сеть);

*S„ —* номинальная полная мощность ВЭУ;

*Sktic* — полная мощность короткого замыкания расчетной электрической сети.

Примечание — При непрерывной работе ВЭУ коэффициент дозы фликера является одинаковым для кратковременных (10 мин) и длительных (2 ч) доз фликера.

* 1. шаговый коэффициент дозы фликера (для ВЭУ) (flicker step factor (for wind turbines)]: Норми­ рованное значение дозы фликера три одиночной операции переключения в ВЭУ

1 0Э1

М¥\*> 130 *>р ■*

где 7^ — период измерения, достаточныйдлязавершенияпереходногопроцессапереключенияиог-

раниченкый для исключения возможных колебаний мощности, вызванных турбулентностью воздушного потока;

*Pti.oc* — кратковременная доза фликера, вызываемого ВЭУ в расчетной электрической сети;

*S„* — номинальная полная мощность ВЭУ;

Sk Лс — полная мощность короткого замыкания расчетной электрической сети.

П р и м е ч а н и е — Кратковременная доза фликере *Рим* определяется за период времени Тр.

* 1. максимальная измеренная мощность (для ВЭУ) [nraximum measured power (for wind turbines)]: Значение мощности, определенное в процессе непрерывной работы ВЭУ.
  2. фазовый угол полного сопротивления в сети (для ВЭУ) [network impedance phase angle (for wind turbines)]: Фазовый угол полного сопротивления электрической сети при коротком замыкании

V\* = *агсА&ХМ,*

где X\* — реактивное сопротивление электрической сети при коротком замыкании:

*RK* — активное сопротивление электрической сети при коротком замыкании.

* 1. нормальная работа (для ВЭУ) [normal operation (forwind turbines)]: Безотказная работа в соответ­ ствии с требованиями эксплуатационной документации на ВЭУ.
  2. рабочий режим (для ВЭУ) [operational mode (for wind turbines)]: Работа согласно настройкам

системы управления, например, в режиме управления напряжением, частотой, реактивной мощностью, активной мощностью и т.д.

* 1. выходная мощность (для ВЭУ) [output power (for wind turbines)]: Электрическая активная мощ­

ность. вырабатываемая ВЭУ на ее зажимах.

* 1. точка общего присоединения, ТОП [point of common coupling. PCC]: Точка электрической сети, электрически ближайшая к конкретной нагрузке, к которой присоединены или могут присоединяться другие нагрузки.

Примечания

1. Нагрузками могут быть устройства, образцы оборудования или системы, а также удаленные электрические установки потребителей.
2. В некоторых случаях применение термина «сточка общего присоединения» ограничивают электрической сетью общего назначения.
   1. система сбора мощности (для ВЭУ) [power collection system (forwind turbines)]: Электрическая система, которая предназначена для приема электрической энергии, выработанной ВЭУ и последующей ее передачи в электрическую сет».

з

ГОСТ Р 54418.21—2011

* 1. номинальная полная мощность (для ВЭУ) [rated apparent power (for wind turbines)]: Полная мощность ВЭУ, работающей при номинальных значениях тока, напряжения и частоты

где *и„* — номинальное напряжение:

/„ — номинальный ток.

* 1. номинальный ток (для ВЭУ) [rated current (for wind turbines)]: Расчетно-допустимое значение электрического тока, соответствующее максимальной непрерывной электрической выходной мощности ВЭУ при условиях нормальной эксплуатации.
  2. номинальная мощность (для ВЭУ) [rated power (for wind turbines)]: Максимальная непрерыв­ ная электрическая выходная мои\*юсть ВЭУ. достижимая при условиях нормальной эксплуатации.
  3. номинальная скорость ветра (для ВЭУ) [rated wind speed (for wind turbines)): Скорость ветра, при которой достигается номинальная мощность ВЭУ.
  4. простой (для ВЭУ) [standstill (forwind turbines)]: Состояние, в котором находится остановлен­ ная ВЭУ.
  5. пуск (для ВЭУ) [start-up (forwind turbines)]: Переходное состояние ВЭУ в период между просто­

ем и началом выработки электрической энергии.

* 1. операция переключения (для ВЭУ) [switching operation (for wind turbines)]: Запуск ВЭУ или переключение между генераторами.
  2. интенсивность турбулентности [turbulence intensity): Отношение среднеквадратического зна­ чения отклонений скорости ветра к среднему значению скорости ветра, определенному из одного и того же набора выборок измеренной скорости ветра за установленный период времени.
  3. коэффициент изменения напряжения (для ВЭУ) [vottage change factor (for wind turbines)]: Нормированное значение изменения напряжения при операции переключения ВЭУ

Мчч) - V3 -велах " Улсл\*' *S\*M*

*и„*

где mift и *Uu* твд — минимальное и максимальное среднеквадратические значения напряжения между фазным и нейтральным проводниками в расчетной электрической сети при операции переключения, изме­ ряемые на интервале времени, равном одному периоду частоты сети:

*Un* — номинальное линейное напряжение: S„—номинальная полная мощность ВЭУ;

*Sk0e* — полная мощность короткого замыкания расчетной электрической сети.

Примечание — Коэффициент изменения напряжения *ки* аналогичен коэффициенту изменения тока к. который представляет сооои отношение максимального пускового тока к номинальному току, при этом *ки* является фунхцией фазового угла полного сопротивления сети. Наибольшее значение *ки* будет численно близ­ ким к *к,.*

* 1. ветроэлектрическая установка (ВЭУ) [wind turbine. WT): Система, которая преобразует кинети­ ческую энергию ветра в электрическую энергию.
  2. зажимы ВЭУ [wind turb пе terminals]: Устройства, являющиеся частью ВЭУ. указанные постав­ щиком ВЭУ для подключения к системе сбора мощности.
  3. валидация *{validation}: Подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполне­*

*ны.*

*{ГОСТРИСО9000 - 2001. пунктЗ.8.5}*

# Обозначения и единицы физических величин

В настоящем стандарте используются следующие обозначения и единицы физических величин:

*-^ОуП* -.

—л---------максимально допустимое изменение напряжения. %:

*J*

*' n*

— фазовый угол лолногосолротивлвкия электрической сети, град:

«т(0—фазовый угол основной гармоники измеренного напряжения, град;

*4*

ГОСТ Р 54418.21—2011

ветра;

Э — показатель степени при суммировании гармоник;

с(уА) — коэффициент дозы фликера при непрерывной работе; *d*—относительное изменение напряжения. %; *Ет*—предельное значение длительной дозы фликера; *Epst/*—предельное значение кратковременной дозы фликера; *f9* — номинальная частота сети (50 или 60 Гц).

Примечание — 8 Российской Федерации номинальная частота сети равна 50 Гц;

*fmJ*— частота появления фликера в пределах Ай совокупности значений скорости ветра; верхнее предельное значение частоты;

— нижнее предельное значение частоты;

*fy.t* — частота появления значений скорости ветра в пределах Ай совокупности значений скорости

Л *—* порядок гармоники;

— значение гармонического тока порядка Л от Ай ВЭУ. А;

*im(t) —* измеренное мгновенное значение тока. А;

/„ — номинальное значение тока. А;

Mv\*) —шаговый коэффициент дозы фликера;

*к*,—отношение максимального значения пускового тока к номинальному значению тока; MVn) — коэффициент изменения напряжения;

*LSt* — индуктивность расчетной электрической сети. Гн;

*N,on*— максимальное числооднотипных операций переключения за период времени 10 мин; *NfMm* — максимальное число однотипных операций переключения за период времени 120 мин; А/,,\* — общее количество совокупностей значений скоростей ветра между и 15 м/с:

*пt* — коэффициент трансформации на Ай ВЭУ:

*Nm* — общее количество измеренных значений коэффициента дозы фликера;

*NmJ*— количество измеренных значений коэффициента дозы фликера в Ай совокупности значений

скорости ветра;

*NmM<t* — количество значений коэффициента дозы фликера меньших *х* в Ай совокупности скорости

ветра:

*Nw,* — число ВЭУ;

*Р —* активная мощность, Вт;

Р0 2 — максимальное измеренное значение активной мощности (среднее значение за 0.2 с). Вт:

— максимальное измеренное значение активной мощности (среднее значение за 60 с), Вт;

^боо — максимальное измеренное значение активной мощности (среднее значение за 600 с), Вт;

*Рв* — длительная доза фликера: Р„—номинальная активная мощность ВЭУ. Вт;

*Рг(с* < х) — интегральная функция распределения величины, с; Р4,—кратковременная дозафликера;

*Pstm* — кратковременная дога фликера, вызываемого в расчетной электрической сети;

Q— реактивная мощность, вар;

*Ru* — сопротивление расчетной электрической сети. Ом;

S\* — полная мощность электрической сети при коротком замыкании. В-А.

*Sk te* — полная мощность расчетной электрической сети при коротком замыкании. В А; S„ — номинальная полная мощность ВЭУ. В А;

*ТИС* — суммарный коэффициент гармонических составляющих тока. % /„ *(см. ГОСТ Р 51317.4.7.*

*пункт 3.31);*

*Тр* — продолжительность переходного процесса при операции переключения, с; (/—линейное напряжение, В;

цо(0— мгновенное значение напряжения между фазным и нейтральным проводниками идеального источника напряжения. В:

*иясо1*— мгновенное значение напряжения между фазным и нейтральным проводниками, имитируе­ мое в расчетной электрической сети. 8;

*Uас mar* — максимальное значение напряжения между фазным и нейтральным проводниками в рас­ четной электрической сети. В;

Ц\* mVt—минимальное значение напряжения между фазным и нейтральным проводниками в расчет­ ной электрической сети. В;

5

ГОСТ Р 54418.21—2011

*U„* — номинальное линейное напряжение. В;

*Uunui* — значение нижнего защитного уровня напряжения; *Ugy*"—значение верхнего защитного уровня напряжения: *va —* средняя годовая скорость ветра, м/с:

*Уыал>* — минимальная рабочая скорость ветра, м/с:

*vt*—скорость ветра, соответствующая средней точке f-й совокупности значений скорости ветра;

*w,* — весовой коэффициент .-й совокупности значений скорости ветра. Хлс — реактивное сопротивление расчетной электрической сети. Ом;

Z, — значение полного сопротивления для ограничения тока короткого замыкания электрической

сети. Ом:

*Z2* — полное сопротивление между фазными проводниками или междуфазным проводником и зем­ лей. Ом.

# Сокращения

В настоящем стандарте используются следующие сокращения: АЦП — аналого-цифровой преобразователь (A/D converter); ДПФ — дискретное преобразование Фурье (DFT);

ВН — высокое напряжение (HV); НН — низкое напряжение (LV); СН — среднее напряжение (MV);

ТОП — точка общего присоединения (РОС).

# Характеристики ветроэлектрических установок, связанные с качеством электрической энергии

* 1. Общие положения

В настоящем подразделе приведены характеристики, значения которых должны быть установлены для определения качества электрической энергии, вырабатываемой ВЭУ. а именно: технические характе­ ристики ВЭУ (6.2), характеристики качества напряжения (6.3— 6.4). характеристики реакции ВЭУ на прова­ лы напряжения в сети (6.5), характеристики регулирования мощности ВЭУ (6.6 — 6.7), характеристики защиты сети и повторных подключений ВЭУ (6.8—6.9).

Форма отчета об испытания» образца ВЭУ в испытательной лаборатории приведена в приложении А.

Должно быть выполнено правило знаков генератора, т. е. установлено положительное направление потока мощности от ВЭУ в электрическую сеть. Если ВЭУ заменяют резистором и дросселем, то активная и реактивная мощности должны быть отрицательными.

* 1. Технические характеристики ветроэлектрической установки

Должны быть точно установлены номинальные значения электрических величин, измеренные на зажимах ВЭУ. включая Р„, S„, *U„* и /„.

Примечание — В контексте требований настоящего стандарта номинальные значения используются только для нормирования измеренных величт.

* 1. Колебания напряжения
     1. Общие положения

Характеристика колебаний напряжения (значения доз фликера и изменений напряжения), вызывае­ мых ВЭУ. должна быть определена в соответствии с 6.3.2 и 6.3.3.

* + 1. Непрерывная работа

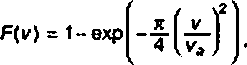
Коэффициент дозы фликера при непрерывной работе ВЭУ с(у\*. и«) должен быть установлен в табли­ це как 99-й процентиль при фазовых углах полного электрического сопротивления сети у\* = 30е. 50°. 70е и 85е для четырех различных распределений схоросгей ветра со среднегодовыми скоростями ветра *-* 6; 7.5; 8.5 и 10 м/с соответственно. Средние значения скорости ветра за 10 мин должны быть определены е соответствии с распределением Релея (см. примечание). Среднегодовая величина скорости ветра должна быть определена на высоте оси ветроколеса.

б

ГОСТ Р 54418.21—2011

Характеристики должны быть установлены для ВЭУ, реактивная мощность которой в рабочем режи­ ме максимально близка к нулю. Таким образом, если представляется возможным, уставка управления реактивной мощностью должна бьть настроена на О = 0. Если используется любой другой режим работы, об этом следует указать в отчете об испытаниях.

Примечание — Среднегодовое распределение скоростей ветра обычно соответствует вероятност­ ному распределению Рвлея



где F(v) — интегральная вероятностная функция распределения Релея для скорости ветра:

*va* — среднегодовая скорость ветра на высоте оси ветроколеса:

*v* — скорость ветра.

* + 1. Операции переключения

Характеристики напряжения должны быть установлены для следующих видов операций пере­ ключения:

1. запуск ВЭУ при минимальной рабочей скорости ветра;
2. запуск ВЭУ при скорости ветра, равной или выше номинальной;
3. худший вариант переключения генераторов (применим только к ВЭУ. имеющей более одного гене­ ратора. или генератор с несколькими обмотками, см. также примечание 1).

Для каждого из указанных выше видов операций переключения должны быть указаны значения па­ раметров. приводимых ниже, с учетом примечаний 2.3:

* максимальное количество М10в операций переключения за период времени 10 мин;

- максимальное количество W120m операций переключения за период времени 2 ч;

-шаговый коэффициент дозы фликера для фазовых углов полного сопротивления сети V\* = 30’. 50\*. 70\* и 85е;

* коэффициент изменения напряжения ku(¥\*) Для фазовых углов полного сопротивления сети уА = 30\*. 50\*. 70\* и 85\*.

Характеристики должны быть установлены для ВЭУ. имеющей при работе значение реактивной мощ­ ности близкое хнулю. для случаев когда возможно при управлении по уставкам задать величину уставки реактивной мощности Q\* 0. Если используется любой другой режим работы, об этом следует указать е отчете об испытаниях.

Примечания

1. Наихудшими вариантами переключения генераторов являются: в отношении шагового коэффициента дозы фликера — операция переключения, которая дает наивысшее значение данного коэффициента: в отношении коэффициента изменения напряжения — операция переключения, которая дзет наивысшее значение коэффициента изменения напряжения.
2. Значения W,om и *N,2am* допускается определять с учетов данных, предоставляемых изготовителем, тогда как значения Му\*) и должны быть измерены и рассчитаны.
3. В зависимости от системы /правления ВЭУ максимальное число операций переключения за период времени 2 ч может превышать максимальное число операций переключения за период времени 10 мин менее чем в двенадцать раз.
   1. Гармоники тока, интергармоники и составляющие более высоких частот

Для условий непрерывной работы ВЭУ должны быть установлены значения гармоник тока, интергар- моник и составляющих более высоких частот (см. также примечание).

Значения составляющих тока (гармоник, интергармоник и составляющих более высоких частот) и значение суммарного коэффициента гармонических составляющих тока должны быть приведены

в таблицах в процентах /„для работы ВЭУ в интервалах активной мощности 0.10.20............................... 100%Р„.(0.10. 20........100 % — средние точки интервалов).

Гармомики тока должны быть разбиты на подгруппы по частотам до значения частоты, превышающей

рабочую частоту в сети в 50 раз. На основе значений характерных гармоник тока должен быть определен суммарный коэффициент гармонических составляющих тока.

Интергармоники тока должнь быть разбиты на подгруппы по частоте до частоты 2 кГц, е соответствии с*ГОСТР51317.4.7. приложение А*

7

ГОСТ Р 54418.21—2011

Составляющие тока более ваюоких частот должны быть разбиты на подгруппы для частот в диапазо­ не от2кГцдо9кГц, в соответствии с *ГОСТ Р 51317.4.7. приложение В.*

Гармоники тока, интергармсники и составляющие более высоких частот должны быть установлены для ВЭУ при значении реактивном мощности, максимально близком к нулю {для случаев, когда возможно при управлении по уставкам задать величину уставки реактивной мощности О = 0). Если используется любой другой режим работы, об этом следует указать в отчете об испытаниях.

П р и м е ч а н и е — Гармонтки тока допускается не учитывать, если их продолжитегьносгь ограничена малым периодом времени. Поэтому в контексте требований настоящего стандарта допускается не определять значения кратковременных гармонж тока, обусловленных запуском ВЭУ или иными операциями переключения.

* 1. Воздействие провалов напряжения

Воздействие провалов напряжения на ВЭУ. как указано в таблице 1. должно быть установлено для двух рабочих диапазонов мощности:

a) от 0.1 Р„ до 0.3 Р„;

b) более 0.9 Р„.

Результаты воздействия должны включать в себя результаты двух последовательных измерений активной и реактивной мощности, напряжения, активного и реактивного тока на зажимах ВЭУ для каждого из случаев (ПН1—ПН6. см. таблицу 1). Время измерения должно охватывать период от момента, непос­ редственно предшествующего началу провала напряжения, до момента восстановления напряжения. Дол­ жен быть также указан рабочий режим ВЭУ.

Главной целью данного испытания является верификация реакции ВЭУ на воздействие провалов напряжения, вызванных повреждениями в электрической среде, а также обеспечение основных данных для проверки достоверности численной модели ВЭУ. Для более подробной оценки имитационной модели, а также для обеспечения соответствия установленным требованиям подключения электрической сети мо­ гут быть проведены и отражены вотчете об испытаниях дополнительные испытания и измерения (напри­ мер. при изменении угла установки лопастей и скорости вращения).

Т а б л и ц а 1 — Требования к провалам напряжения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант испытаний | Значение линейною напряжения (относительно напряжения непосред­ ственно перед провалом) | Значение напряжения прямой последовательнос­ ти (относительно напряже­ ния непосредственно перед провалом) | Продолжи \*  тельиость. *с* | Форма провала напряжения |
| ПН1 —симметричный трехфазный провал на­ пряжения | 0.90 1 0.05 | 0.90 ± 0.05 | 0.5 ± 0.02 | **“LT** |
| ПН 2 — симметричный трехфазный провал на­ пряжения | 0.50 ± 0.05 | 0,50 ± 0.05 | 0.51 0.02 |
| ПН 3 — симметричный трехфазный провал на­ пряжения | 0,20 1 0.05 | 0.20 ± 0.05 | *02 ±* 0.02 |
| ПН 4 — двухфазный провал напряжения | 0.90 1 0.05 | 0.95 ± 0.05 | 0.5 ± 0.02 |
| ПН 5 — двухфазный провал напряжения | 0.50 1 0.05 | 0.75 ± 0.05 | 0.5 ± 0.02 |
| ПН 6 — двухфазный провал напряжения | 0,20 ± 0,05 | 0.60 ± 0.05 | *02 ±* 0.02 |

Примечание — Значения провалов напряжения, их продолжительность и форма относятся к провалам напряжения, возжжзющим при отключении испытываемой ВЭУ.

8

ГОСТ Р 54418.21—2011

Примечания

1. Провал напряжения может вызвать отключение ВЭУ. не тогько в связи с процессами в устройстве подклю­ чения к электрической сети, но также из-за механической вибрации или низкого максимально допустимого напря­ жения вспомогательных электрических цепей. Поэтому необходимо проводить испытания ВЭУ в целом, не огра­ ничиваясь испытаниями только приводного механизма.
2. Основное назначение вариантов испытаний ПН1 и ПН4 состоит в проверке ВЭУ. не предназначенных для работы в условиях значительных прэвалов напряжения. Результаты данных испытаний, как правило, являются основанием для подтверждения правильности численной имитационной модели ВЭУ.
   1. Активная мощность
      1. Максимальная измеренная мощность

Максимальную измеренную мощность ВЭУ определяют как среднее значение мощности Р60О при периоде времени измерений 600 с среднее значение мощности Р*&* при периоде времени измерений 60 с и среднее значение мощности Р0>2 при периоде времени измерений 0.2 с.

* + 1. Ограничение изменения мощности

Способность ВЭУ работать в режиме контролируемых ограничений скорости измерения характерис­ тик должна быть отражена в протоколе испытаний е результате испытаний, представленных в виде графи­ ка. На графике с периодом выполнения испытаний продолжительностью 10 мин должны быть отражены номинальная и измеренная активная выработанная мощность в процессе работы с изменениями мощности в пределах 10%-ного отклонения ст номинальной мощности в минуту.

Результаты испытания должны быть представлены как усредненные данные, полученные при интер­ вале времени измерения 0.2 с.

* + 1. Управление по заданным уставкам

Способность ВЭУ работать в режиме управления по заданным уставкам активной мощности должна быть отражена е результатах испытаний, представленных в виде графика. На графике должны быть указаны номинальная и измеренная активная мощность ВЭУ при работе с установленными конт­ рольными точками. соответствующими изменению мощности от 100% до 20% номинальной мощности со значением шага 20 %. и продолжительностью работы при каждом значении уставки по 2 мин в соответ­ ствии с рисунком 1.

Результаты испытания должны быть представлены как усредненные данные, полученные при интер­ вале измерения 0.2 с.

Примечание — Способность ВЭУ функционировать в режиме автоматического управления частотой связана с ее способностью работать з режиме управления по заданным уставкам активной мощности. Автома­ тическое управление частотой ветроэлектростанции, в частности, осуществляется при помощи системы диспет­ черского контроля и сбора данных, которая может непрерывно обновлять уставки активной мощности отдегъных ВЭУ для обеспечения требуемого мнения частоты.

Настройка, %

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Л |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1 2 3 4 5 6 7 6 9

Время, мин

Рисунок 1 — Уставки активной мощности

9

ГОСТ Р 54418.21—2011

* 1. Реактивная мощность
     1. Максимально допустимая реактивная мощность

Производительность 8ЭУ в отношении максимальных значений индуктивной и емкостной реактивной мощности должна быть указана в таблице в виде средних значений за интервал времени 1 мин для значе­ ний номинальной мощности 0,10.... 90.100%.

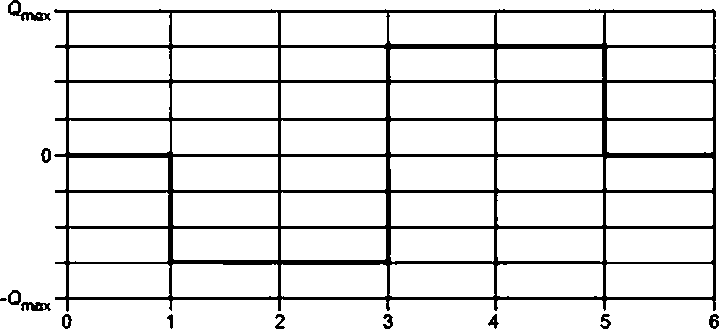
* + 1. Управление по заданным уставкам

Управление реактивной мощностью по заданным уставкам должно быть отражено в табличном и графическом виде как указано ни<ке.

Таблица должна содержать измеренные значения реактивной мощности при величине уставки реак­ тивной мощности, равной нулю для работы при 0.10.20.... 100 % активной выходной мощности.

Активная и реактивная мощности должны быть представлены в виде средних значений, полученных при интервале времени измерения 1 мин.

График должен представлять собой зависимость значений измеренной реактивной мощности от из­ менений шага уставки реактивной мощности в соответствии с рисунком 2. Измеренное среднее значение активной выходной мощности за интервал времени 1 мин должно составлять приблизительно 50 % номи­ нальной мощности. Значения реаоивной мощности должны быть средними значениями за интервал вре­ мени 0,2 с.

Настройке. О

время, мин

Рисунок 2 — Настройка уставки реактивной мощности

примечание — Способность ЫЭУ функционировать в режиме автоматического управления по напряже­ нию тесно связана с ее способностью работать в режиме управления по заданным уставкам реактивной мощно­ сти. Автоматическое управление напряжением ветроэлектростанции, в частности, может быть достигнуто при помощи системы дискретного контроля и сбора данных, которая непрерывно обновляет уставки реактивной мощности отдельных ВЭУ для достижения требуемого значения напряжения.

* 1. Защита сети

Проверке подлежит также работоспособность системы сетевой защиты ВЭУ. Установленные уровни отключения и время отключения ЕЭУ должны быть проверены путем определения фактического значения уровня отключения и времени отключения при повышенном и пониженном напряжении, а также при повы­

шенной и пониженной частоте.

Уровень отключения представляет собой значения частоты или напряжения, вызывающие отключе­ ния 8ЭУ.

Время отключения представляет собой период времени, начиная с момента возникновения понижен­ ных или повышенных значений напряжения или частоты до момента отключения ВЭУ.

* 1. Время повторного подключения

Время повторного подключения ВЭУ после вв отключения из-за сбоя в сети должно быть представ­ лено в виде таблицы на основе результатов испытаний. В таблице должны быть указаны значения интервалов времени повторного подключения после сбоя в сети в течение Юс. 1 мини 10мин соответ­ ственно. Время повторного подключения определяют как интервал времени от момента восстановления напряжения сети на зажимах ВЭУ до момента начала выработки электроэнергии.

10

ГОСТ Р 54418.21—2011

# Методы измерений

7.1 Общие положения

В настоящем подразделе гриведена общая информация о средствах измерений, обеспечении достоверности результатов измерений и условиях испытаний. В 7.2 — 7.9 перечислены виды измерений, выполнение которых необходимо для определения значений характеристик испытуемой ВЭУ. связан­ ных с качеством электрической энергии, в том числе, технических характеристик ВЭУ (7.2), качества на­ пряжения {7.3 — 7.4). воздействия провалов напряжения (7.5). регулирования мощности (7.6 — 7.7). защи­ ты сети и повторного подключения (7.8 — 7.9).

Приведенные методы измерений обеспечивают достоверность полученных результатов измерений для одиночных ВЭУ. подключаемых к трехфазной электрической сети.

Основной целью измерений в общем случае, является проверка характеристик ВЭУ. связанных с качеством электрической энергии, при всех режимах работы исследуемой ВЭУ. за исключением работы при схорости ветра свыше 15 м/с. для которой проведение измерений не требуется (см. примечание 1). Это объясняется тем. что выполнение измерений при скоростях ветра свыше 15 м/с приведет к значительному увеличению продолжительности испытаний, так как высокие скорости ветра случаются редко, причем не ожидается, что проведение данных измерений обеспечит более достоверные значения характеристик ВЭУ. связанных с качеством электрической энергии {см. примечание 2).

Примечания

1. Допускается исключить результаты измерений при скорости ветра более 15 м/с. В случав если они учиты­ ваются. исследуемый диапазон скоростей ветра должен быть указан е отчете об испытаниях.
2. Учет результатов измерений при схорости ветра болев 15 м/с может улучшить точность определения коэффициента фликера и обеспечить большее значение максимальной измеренной мощности (средней за 0,2 с) для некоторых ВЭУ. Однако, для достижения оптимального соотношения между точностью измерений и стоимо­ стью испытаний, проведение измерений при скорости ветра болев 15 м/с нецелесообразно. Если измерения при скорости ветра более 15 м/с включены в отчет об испытаниях, достоверность результатов измерений по методам

8.2 для площадок с высокими скоростями ветра (см. 7.3.3. примечание 5) может быть улучшена.

* + 1. Достоверность результатов измерений

Измеренные значения харагерметик ВЭУ. связанных с качеством электрической энергии, относятся только к конкретной конфигурации исследуемой модели ВЭУ. Другие конфигурации 8ЭУ. включая изме­ ненные настройки управления, приводящие к изменению характеристик ВЭУ. влияющих на качество элек­ трической энергии, требуют отдельной оценки. Подобные оценки могут быть выполнены на основе модели­ рования.

Некоторые конструкции ВЭУ имеют встроенные трансформаторы. Измерения электрических характе­ ристик должны быть проведены на зажимах ВЭУ. Изготовитель ВЭУ может разместить зажимы ВЭУ на стороне трансформатора с низким или высоким напряжением. Считают, что изменение одного выходного напряжения трансформатора на другое не влияет на качество электрической энергии ВЭУ. Поэтому прове­ дение отдельной оценки не требуется, если выходное напряжение трансформатора будет изменено, за исключением того, что должны быть обновлены результаты измерений номинальных значений напряжения и тока.

Расположение зажимов ВЭУ. представляющих собой точки измерений, и конкретная конфигурация исследуемой ВЭУ. включая соответствующие настройки параметров управления, должны быть указаны в отчете об испытаниях в соответствии с приложением А.

Любые виды испытаний допускается проводить и их результаты указывать в отчете об испытаниях отдельно друг от друга, например, определение характеристик качества напряжения (7.3—7.4). регулиро­ вание мощности {7.6 — 7.7) и воздействие провалов напряжения (7.5).

* + 1. Условия проведения измерений

Приведенные ниже условия измерений, являющиеся частью метода измерений, должны быть вы­ полнены и отражены е отчете об испытаниях {см. примечание 1). Любые результаты измерений, получен­ ные при несоответствии указанный условиям измерений, должны быть исключены.

ВЭУ должна быть подключена к электрической сети среднего напряжения через стандартный транс­ форматор. полная номинальная мощность которого равна или превышает полную номинальную мощность испытуемой ВЭУ.

Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения *(си. ГОСТР 51317.4.7. пункт 3.3.1).* включая гармоники до 50-голорядка, должен быть менее 5 % измеренных и усредненных за период времени 10 мин данных на зажимах ВЭУ е период, когда ВЭУ не вырабатывает электрическую энергию.

11

ГОСТ Р 54418.21—2011

Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения может быть определен на основе отдельных измерений, предшествовавших проведению испытаний ВЭУ.

Отклонение частоты сети от номинального значения при измерении и усреднении за период времени

* 1. с не должно превышать ± 1%. Изменение частоты сети при измерении и усреднении за период време­ ни 0.2 с должно быть менее 0,2 % номинальной частоты при изменении за интервал времени 0.2 с. Если известно, что частота сети имеет говышекную стабильность и удовлетворяет указанным выше требовани­ ям. которые обычно выполняются в больших объединенных энергосистемах, то выполнение данных изме­ рений не требуется. В других случаях при проведении испытаний 8ЭУ следует измерять частоту сети.

Напряжение, измеренное на зажимах ВЭУ при усреднении за интервал времени 10 мин. не должно превышать ± 10% номинального значения.

Коэффициент несимметрии напряжений *if* прямой и обратной последовательности должен быть ме­ нее 2 %. Измерения коэффициентов несимметрии проводят на зажимах ВЭУ при усреднении за интервал времени 10 мин. Коэффициенты несимметрии напряжений определяют в соответствии с *ГОСТР51317.4.30.* подраздел 5.7. Если известно, чтс коэффициенты несимметрии напряжений соответствуют вышеуказан­ ным требованиям, в проведении измерений нет необходимости. В других случаях значения коэффициен­ тов несимметрии напряжений следует измерять в процессе испытаний.

Условия окружающей обстановки должны соответствовать требованиям, установленным изготовите­ лями ВЭУ и средств измерений. Как правило, нет необходимости в отдельных измерениях условий окру­ жающей обстановки, однако, требуется, чтобы они были отражены в общих чертах как составная часть отчета об испытаниях, в соответствии с примечанием 2.

Испытания допускается проводить при любой интенсивности турбулентности и при любом соотноше­ нии короткого замыкания *(см. ГОСТР 51317.3.12. раздел 3).* Значения средней интенсивности турбулентно­ сти, полной мощности короткого замыкания и фазового угла полного сопротивления электрической сети должны быть отражены в отчете о5 испытаниях. Интенсивность турбулентности должна быть установлена для всех секторов направления езтра на площадке с оценкой влияния аэродинамических препятствий и топографии местности или на основе измерений схоросги ветра.

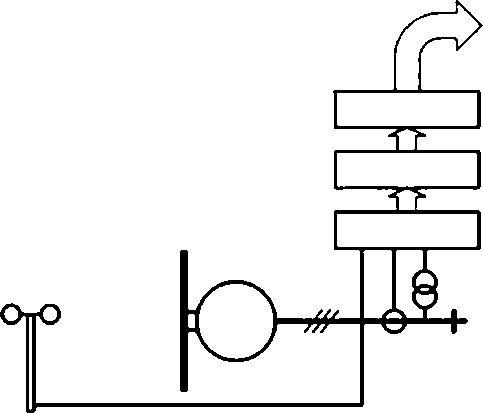
Примечания

* + 1. Указанные выше условия проведения измерений необходимы для обеспечения надежных результатов испытаний, но их не следует считать условиями надежного подключения к электрической сети и функционирова­ ния ВЭУ.
    2. Для ВЭУ некоторых конструкций максимальное значение измеренной мощности может зависеть от плот­

ности воздуха. В результате, максимальная мощность, измеренная в соответствии с 7.6.1 на площадке с низкой плотностью воздуха, может быть меньше, чем на площадке с более высокой плотностью воздуха. Однако, степень влияния на неопределенность измерений значений плотности воздуха на площадке не оправдывает стоимость дополнительного оборудования и процедур, которые необходимы для учета плотности воздуха.

**7.1.3 Средства измерений**

Проведение измерений предполагает применение цифровой системы сбора данных с элементами, представленными на рисунке 3.

Запись данных, расчет и хранение результатов

АЦП

Фильтр низких частот Формирование сигналов

Рисунок 3 — Элементы системы измерений

12

ГОСТ Р 54418.21—2011

Датчиками в системе измерений являются анемометр, преобразователи напряжения (трансформато­ ры) и преобразователи тока (трансформаторы). Устройство формирования сигналов предназначено для их подачи на фильтр низких часто\*, который необходим для исключения паразитного наложения спект­ ров *(см. ГОСТР S1317.4.7).* Аналсгово-цифровой преобразователь (АЦП) должен иметь разрешение не менее 12 бит. чтобы соответствовать требуемой точности измерений. Требования кточности средств изме­ рений — по таблице 2.

Таблица 2 — Технические требования к измерительному оборудованию

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оборудование | Точность измерения | Применяемый стандарт |
| Трансформаторы напряжения | Класс 1.0 | *ГОСТ 1983* |
| Трансформаторы тока | Класс 1.0 | *ГОСТ 7746* |
| Анемометр | 10.5 м/с | (21 |
| Фильтр + АЦП + система сбора данных | 1 % полной шкалы | (31 |

Цифровая система сбора данных предназначена для записи, выполнения расчетов и хранения ре­ зультатов в соответствии с приведенными ниже требованиями. Руководство по вычислению среднеквад­ ратического значения напряжения, активной и реактивной мощности в системе измерений, как показано на рисунке 3. приведено в приложении С. Для измерения гармоник и частотных составляющих более высоких частот минимальная частота выборки должна быть не ниже 20 кГц на канал.

Частота выборки сигнала скорости ветра должна быть не менее 1 Гц.

Для измерения скорости ветра должен применяться анемометр, расположенный на уровне оси вет- роколеса и находящийся вне зоны ветрового затенения ВЭУ и вне зоны аэродинамических следов. Распо­ ложение анемометра с наветренной стороны ВЭУ на расстоянии, равном 2.5 диаметрам ветроколеса. обычно дает хорошие результаты. Другим способом определения скорости ветра на оси ветроколеса мо­ жет быть ее вычисление, основанное на измерениях скорости ветра на более низкой высоте, или коррекция скорости ветра, измеренной на гондоле, в сочетании с измерениями мощности при известной зависимости мощности от скорости ветра. В любом случае составляющая неопределенности измерений, обусловлен­ ная измерениями расположения анемометра, не должна превышать ± 1 м/с.

*П р и м е ч а н и е* — *Автоиатизированные системы управления процессами регулирования и контроля вырабатываемой электр’зческой энергии, основных и* вспомогательных *процессов ВЭУ являются составной частью обшей системы мониторинга* ветровой установки, *играют важную роль* в *управлении ВЭУ и позволяют не только повысить качеств*о *обслуживания и уровень производственной безопасности, но и улучшить общую* эффективность *процесса* выработки электрической *энергии.*

* 1. Технические характеристики ветроэлектрической установки

Технические характеристики ЗЭУ в соответствии с 6.2 должны быть установлены на основами техни­ ческой документации на ВЭУ. представленной изготовителем.

* 1. Колебания напряжения
     1. Общие положения

В соответствии с 7.1.2 испыгуемая ВЭУ должна быть подключена к электрической сети среднего напряжения (СН). Обычно электрические сети СН имеют помимо ВЭУ другие переменные нагрузки, кото­ рые могут вызывать значительные колебания напряжения на зажимах ВЭУ. где проводятся измерения при испытании. Кроме того, колебания напряжения, вызванные ВЭУ. зависят от характеристик электрической сети. Тем не менее, задача заключается в получении результатов измерений, которые не зависят от нала­ гаемых сетью условий на испытательной площадке. Для выполнения этой задачи настоящий стандарт устанавливает метод измерений, основанный на проведении последовательных во времени непрерывных измерений тока и напряжения. Измерения проводят на зажимах ВЭУ и их результаты используют для моделирования колебаний напряжения в расчетной сети при отсутствии иных источников колебаний напря­ жения. кроме ВЭУ (см. примечание).

Описание применения расчетной электрической сети приведено в 7.32. Процедуры измерения коле­ баний напряжения проводят поотдельности для режима непрерывной работы (7.3.3) и для операций пере­

13

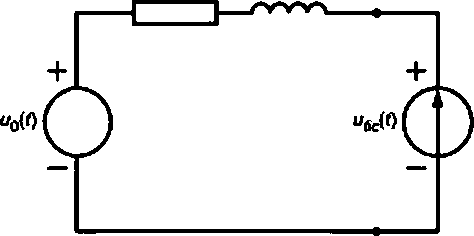
ГОСТ Р 54418.21—2011

ключения (7.3.4). Необходимость данного разделения обусловлена тем. что колебания напряжения, выз­ ванные ВЭУ в сети при непрерывней работе, имеют характер стахостического шума, а при операциях пере­ ключения ВЭУ имеет место некоторое число ограниченных по времени изменений напряжения.

П р и м е ч а н и е — Хотя иетод моделирования колебаний напряжения с использованием расчетной электрической сети устраняет прямое воздействие реальных колебаний напряжения в сети на измеренное значение дозы фликера, может иметь место воздействие на измеряемый ток ВЭУ колебаний напряжения в сети, вызванных другими источниками. Это. в свою очередь, может оказать влияние на моделированные колебания напряжения в расчетной электрической сети. Однако, вклад указанного эффекта является незначи­ тельным и не может служить основанием для изменения процедуры определения коэффициента фликера при непрерывной работе ВЭУ.

* + 1. Расчетная электрическая сеть

Схема расчетной электрической сети представлена на рисунке 4.

*LBc*

U0

Рисунок 4 — Расчетная электрическая сеть для моделирования

Расчетная электрическая сеть представляет собой идеальный источник напряжения фаза-нейтраль мгновенным значением t/0(f) и полное сопротивление сети, состоящее из активного сопротивления *RK.* последовательно соединенного с индуктивностью *L^.* ВЭУ представлена генератором тока, имеющим мгно­ венное измеренное значение линейного тока >n(Q. Эта простая модель обеспечивает моделированное на­

пряжение мгновенной величиной равное

МО = i/o(0 + ♦ *ис ^}р-.* (1)

Идеальный источник напряжения и0(/) может быть создан разными способами. При обеспечении со­ ответствия двум требованиям:

1. источник идеального напряжения не должен создавать каких-либо колебаний, т. е. доза фликера, вызываемого изменениями его напряжения, должна быть равна нулю:
2. напряжение ио(0 должно иметь тот же фазовый угол МО. что и гармоника основной частоты изме­ ренного напряжения. Это обеспечивает правильность угла фазового сдвига между «л(0 и МО. при усло­ вии. что |ufie(0 - и0№1«1«оМ1-

Для соответствия этим требованиям напряжение «о(0 должно быть определено как

ч>(0 = (2)

где Ц,—среднеквадратическое значение номинального напряжения электрической сети.

Фазовый угол основной гармоники измеренного напряжения может быть определен по формуле

где /(f) — частота, которая можетизменяться во времени; *t* — время от момента начата серии измерений; ocq — фазовый угол лри *(-* 0.

14

+ a0 (3)

о

ГОСТ Р 54418.21—2011

*Ru* и L№ следует выбирать для получения подходящего фазового угла полного сопротивления сети Уд. применяя следующую формулу

## (4)

где *f9* — номинальная частота электрической сети (50 или 60 Гц).

*П р и м е ч а н и е* — *В Российской Федерации принята номинальная частота сети 50 Г*ц.

Полную мощность трехфаэного короткого замыкания в расчетной электрической сети определяют по следующей формуле

## (5)

Для применения алгоритма определения фликера или измерительных приборов, согласующихся с диапазоном измерений, установленным в *ГОСТР 51317.4.15.* следует использовать правильно подобран\* нов соотношение SAft./S„ для отношения короткого замыкания. Назначение метода измерений, уста\* ноеленного в ГОСТ*Р 51317.4.15.* состоит в том. чтобы определить, вызывает ли конкретное колебание напряжения явление фликера. Гоэтому метод, установленный в *ГОСТР 51317.4.15.* не обеспечивает высокой точности при малых колебаниях напряжения. Увеличенные значения колебаний напряжения могут быть получены при уменьшении значения отношения короткого замыкания. С другой стороны, если отношение короткого замыкания мало, среднеквадратическое значение i/Se(f) будет значительно отли­

чаться от среднеквадратического значения г/0(Г). что окажет влияние на относительные изменения напря­

жения, так как абсолютные изменения будут нормированы с применением другого среднего значения. Для получения моделированных колебаний напряжения, соответствующих диапазону измерений фликер- метра, следует выбрать значение отношения короткого замыкания SAft/S„, равное 20 — 50. Для получе­ ния лучшего разрешения следует использовать 6 400 классификационных уровней вместо 64 уровней, по ГОСТ Р 51317.4.15. Точность расчета значений длительной дозы фликера *Р„* должна быть менее 5%.

* + 1. Непрерывная работа

Коэффициенты дозы фликера с(у\*. у,) определяют в соответствии с 6.3.2 на основе измерений и моделирования.

В настоящем пункте установлена процедура определения с(у,,, у,), в приложении В приведена иллю­

стрирующая схема.

Для определения с(ук. у,) применяют следующие правила измерений:

1. на зажимах ВЭУ иэмеряюттри мгновенные значения линейного тока и три мгновенные значения напряжения между фазными и нейтральными проводниками (см. также примечание 1};
2. указанные измерения проводят в течение не менее пятнадцати временных интервалов продолжи­

тельностью 10 мин каждый. В результате должны быть получены 15 серий мгновенных значений напряже­ ния и тока (по пять испытаний на каждую из трех фаз). Измерения проводят для различных интервалов скоростей ветра (разница граничных значений скорости ветра 1 м/с) в диапазоне от минимальной рабочей скорости до 15 м/с. Скорость ветра измеряют при этом с усреднением за 10 мин;

1. применяют методы измерения скорости ветра и требования к средствам измерения по 7.1.3;
2. при проведении измерений операции переключения должны быть исключены, кроме переключе­ ния конденсаторов, которые могу- иметь место при непрерывной работе ВЭУ. Значения дозы фликера, возникающего в процессе испытаний, должны быть отражены в отчете об испытаниях. Измерение фликера проводят на зажимах ВЭУ в соответствии *СГОСТР51317.4.15* (см. также примечание к 7.3.1).

Измерения проводят в соответствии со схемой, представленной на рисунке 3. с применением анемо­ метра и трансформаторов напряжения и тока с характеристиками по таблице 2. Г раничная часть средств измерений напряжения и тока должна быть не менее 400 Гц(см. также примечание 2).

Результаты измерений, полученные при работе ВЭУ. должны быть обработаны для определения коэффициента фликера какфункцли фазового угла полного сопротивления сети и распределения скорос­ тей ветра. Обработку результатов измерений рекомендуется повторить для всех фазовых углов полного сопротивления сети и распределений скоростей ветра, указанных в 6.3.2 в соответствии с приведенными ниже правилами.

15

ГОСТ Р 54418.21—2011

Во>г>ервых. определяют коэффициент дозы фликера для каждого 10-минугного набора временных рядов напряжения и тока. Для этого проводят действие в соответствии с перечислениями 1) — 3). как указано ниже:

* 1. измеренные данные временных рядов подставляют в уравнение (1) для получения временного

ряда «#Л(0;

* 1. временные ряды иЛ(1) вводят в алгоритм определения дозы фликера, в соответствии с

*ГОСТР 51317.4.15* для получения одного значения длительной дозы фликера *РиЯе* в расчетной электри­ ческой сети для каждого 10-минутного ряда измерений;

* 1. определяют коэффициент дозы фликера для каждого рассчитанного значения дозы фликера, применяя формулу

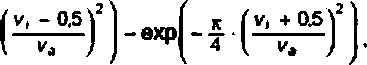
## 

где *S„* — номинальная полная мощность ВЭУ;

*Sktic* — полная мощность короткого замыкания расчетной электрической сети (см. также приме­ чание 3).

Во-еторых. для каждого интервала скоростей ветра определяют весовой коэффициент для приведе­ ния полученной частоты возникновения коэффициентов дозы фликера в соответствие с принятым распре­ делением скорости ветра. Для этого проводят действия по перечислениям 4) — 6). как указано ниже;

* 1. в соответствии с 6.3.2 частоту появления скоростей ветра в /\*м интервале скоростей *fyl* опреде­ ляют в соответствии с распределением Релея

*frj* ® е\*р   (7)

где V, — значение скорости ветра, соответствующее средней точке /-го интервала;

*va* — расчетная среднегодовая скорость ветра:

* 1. фактическую частоту появления измеренных коэффициентов дозы фликера в У-м интервале скоро­ стей ветра *fmi* определяют по формуле

*tm'S Nm* (8)

где *Nm,* — число измеренных значений коэффициента дозы фликера в У-м интервале скорости ветра;

**АТ,,, — ПбщАА ЧИСЛА ИТМАрАЫ4К1Х ЯМЯЧАЫИЙ КОЭффИ! (ИАМТД ДОЗЫ фПИКАрА;**

* 1. определяют весовой коэффициент для каждого интервала скорости ветра в диапазоне скоростей ветра от *vcul^n* и 15 м/с (при разнице граничных значений скорости ветра 1 м/с) подстановкой рассчитанных значений /у, и /№1 в формулу

Определяют весовое интегральное распределение измеренных значений коэффициента дозы фли­ кера и коэффициент дозы фликера с{у\*. vj как 99-й процентиль данного распределения (см. примеча­ ния 4 и 5) по правилам, указанным в перечислениях 7) — 9). приведенным ниже;

* 1. определяют взвешенное интегральное распределение *Рс{с<х)* значений коэффициента дозы фликера по формуле

2>i Чплссд

*Pr{ ),±L*----------------------

*C<X*

“ви

£»V *-Nm<*

1

(10)

где *Nm U<t* — число значений коэффициента дозы фликера, меньших или равных по величине х в У-м интервале скоростей ветра;

*N6m* — общее число интервалов скоростей ветра:

16

ГОСТ Р 54418.21—2011

* 1. определяют коэффициент дозы фликера как 99-й процентиль взвешенного интегрального распре\* деления значений коэффициента дозы фликера.

Действия по лвречислвниям4) — 8) иллюстрированы в приложении В. подраздел В.З.

Длительную дозу фликера рассчитывают как значение кубического корня из усредненной суммы кубов 12 последовательных значений кратковременной дозы фликера. Учитывая, что фликер, вызывае­ мый ВЭУ. является функцией скорости ветра, и что характеристики ветрового потока с большой вероятно­ стью могут сохранять свое значение в течение 2 ч, весьма вероятно, что 12 последовательных кратковре­ менных значений дозы фликера будут равными. Следовательно, для ВЭУ коэффициент дозы фликера при длительной работе будет равен значению коэффициента, соответствующего кратковременному значению.

Примечания

1. Если не представляется возможным измерить напряжения между фазными и нейтральными проводни­ ками. следует измерить линейные напряжения и рассчитать напряжения между фазными и нейтральными про­ водниками на основе измеренных линейных напряжений по формулам:

0,2-Оэ,

|  |  |
| --- | --- |
| о,- | 3 |
|  | «23 - «12 |
|  | 3 |
|  | «31 - «23 |
| «э\* | 3 |

где и,. о2 и о3 — мгновенные напряжения между фазными и нейтральными проводниками: и,2. 03, и 023 — мгновенные линейные напряжения.

1. Алгоритм измерения дозы фтиквра. приведенный в ГОСТ *Р 51317.4.15.* основан на определении средне-

квадратического значения ofe{f). а затем исключении колебаний с частотой свыше 35 Гц. Однако в настоящем стандарте для измерения дозы фли<ерз при непрерывной работе установлена минимальная частота исключе­ ния составляющих 400 Гц. соответствующая минимальной частоте выборки 800 Гц. Результаты обработки полу­ ченных при измерениях данных показали, что частота выборки 800 Гц обеспечивает получение согласующихся результатов. Более низкая частота Еыборки уменьшает точность измерения фазового угла основной гармоники измеренного напряжения с^,(Г).

1. Пояснения к формуле, определяющей коэффициент дозы фликера, приведены в приложении В (В.4.1).
2. Применение 99-го процент иля обусловлено тем. что предельно допустимая доза фликера обычно соот­ носится с этим лроценгилем.
3. В соответствии с 6.3.2 коэофициент дозы фликера с(ук. *va)* должен быть определен для значений

***va* - 6 м/о. 7.6 м/о. 8,6 *м/с* н 10 м/с oooroorciaoiaio. Поморочил, о ооотоототоии о гробооачилми настоящего**

раздела, проводят при значениях скорости ветра, не превышающей 15 м/с. Приняв распределение скоростей ветра по Рэлею, можно определить, что скорость ветра, равная 15 м/с, соответствует 99-му процентилю для *va* « 6 м/с, и 96-му, 91-му и 83-му проценгилям для *va -* 7,5 м/с. 8.5 м/с и 10 м/с соответственно. Хотя с(уА. ve) определяют согласно настоящему разделу как 99-й процент иль набора данных, он также может быть представ­

лен более низкими процентилями дтя распределений скоростей ветра по Рэлею при ■ 7.5 м/с. 8.5 м/с и 10 м/с. что поясняется е приложении В. подраздел В.З. Считают, что неопределенность измерений фактических процент илей не требует выполнены\* измерений при более высоких скоростях ветра для увеличения набора данных, обеспечивающих 99-й процент игь также для *vt-* 7.5 м/с. 8.5 м/с и 10 м/с, так как это приведет к значитель­ ному увеличению продолжительности требуемого периода испытаний. Однако допускается при применении требований настоящего стандарта проводить измерения для скоростей ветра свыше 15 м/с с целью улучшения точности определения c(yk, v,) для v, > 6 м/с.

* + 1. Операции переключения

Для каждого вида операций переключения, указанных в 6.3.3, должно быть установлено максималь­ ное число операций переключения WIOm и W120m на основе документации, представленной изготовителем. Если изготовитель ВЭУ не представил эти данные или не может обеспечить достаточность технических характеристик системы управления ВЭУ для подтверждения предоставленных данных, рекомендуется принять следующие правила:

1. пуск ВЭУ при минимальной рабочей скорости: *N,*о\* = 10иД/12Ол, = 120;
2. пуск ВЭУ при номинальной скорости и выше: Wiartl \* 1 и W120m = 12;
3. худший случай переключения между генераторами: W10m = 10 и W120m = 120.

17

ГОСТ Р 54418.21—2011

Для определения коэффициента искажения напряжения Ли(уА) и шагового коэффициента доэы фликера *к,(ук)* проводят измерения, последующее моделирование и вычисления для каждого вида опера\* ций переключения, указанных в 63.3.

В настоящем подразделе изложена методика определения ^(ук) и /сг(у„). в приложении в. подраз­ дел В.2 приведены пояснения.

Поскольку требования 6.3.3 а) и 6.3.3 Ь) предусматривают проведение операций переключения при конкретной скорости ветра, задала испытателя состоит в определении условий переключения, соответ­ ствующих 6.3.3 с). Худший вариант переключения может быть выявлен на основе оценки конструкции ВЭУ. Если по результатам изучения конструкции ВЭУ не удается установить худший вариант, допускается про­ вести измерения в соответствии с 6.3.3 с) (см. также примечание 1 в 6.3.3).

Для определения коэффициента искажения напряжения kjy\*) и шагового коэффициента доэы фли­ кера МУ») применяют следующие правила измерений:

1. на зажимах ВЭУ измеряют три мгновенных значения линейного тока и три мгновенных значения

линейного напряжения;

1. измерения проводят в течение периода времени Гр, достаточно длительного, чтобы обеспечить завершение переходного процесса операции переключения, и, вместе с тем. ограниченного—для исклю­ чения возможных колебаний мощности, вызванных турбулентностью;
2. процедуру измерений повторяют пять раз. чтобы обеспечить репрезентативность результатов изме­ рений применительно к нормальным усредненным условиям;
3. скорость ветра измеряют в соответствии с 7.1.3. Скорость ветра, усредненная за период времени 1 мин. должна при операции переключения быть в пределах ± 2 м/с от требуемой скорости ветра.

Измерения проводят в соответствии со схемой, представленной на рисунке 3, с использованием

анемометра, трансформаторов напряжения и тока с характеристиками, установленными в таблице 2. Час­ тота среза при измерении напряжения и тока должна быть не менее 1500 Гц (см. примечание 1). Для ВЭУ с устройством плавного пуска или ичым средством эффективного ограничения пускового тока рекомендует­ ся настроить трансформаторы на ток. превышающий номинальный ток в 2—4 раза. Для ВЭУ без ограниче­ ний пускового тока рекомендуется трансформаторы тока настроить на токи, превышающие номинальный ток ВЭУ в 10—20 раз.

Результаты измерений должны быть обработаны для определения коэффициента искажения напря­ жения и шагового коэффициента дозы фликера, что выполняют как указано ниже.

1. Измеренные временные реды объединяют для получения временных рядов напряжения i/ft(f).
2. Моделированные временные ряды напряжения ute{0 следует ввести в алгоритм вычисления фли­ кера в соответствии *сГОСТР51317.4.15* для получения одного значения кратковременной дозы фликера

*Риле* в расчетной электрической сети для каждого временного ряда ЫлЛО- Для каждого случая будет получено 15 значений *РиПе,* т. е. гонять результатов испытаний для каждой из трех фаз.

1. Вычисляют шаговый коэффициент доэы фликера /с,(у\*) (см. также примечания 2 и 3) по формуле

Mv\*> 1 S\*.ite о то.31 130 ‘,Ле *\**

1. Вычисляют коэффициент искажения напряжения *ки(Ук)* по формуле

(11)

МУ\* >-V3 *Уцс.тал ~*

*(X*

*U.*“37"

(12)

где — минимальное сред-юквадратичесхое значение напряжения в расчетной электрической сети за один период операции переключения:

{Летах — максимальное среднеквадратическое значение напряжения в расчетной электрической сети за один период операции переключения (см. также примечание 4).

1. Для шагового коэффициента дозы фликера и коэффициента искажения напряжения определяют их среднее значение на основе 1£ испытаний.

Примечания

1. Для обеспечения прааилыюго учета гармоник, неустойчивых из-за функционирования устройств плавного пуска, при определение коэффициента искажения напряжения и шагового коэффициента дозы фликера частота среза должка быть не менее 1500 Гц (см. также примечание 2 в 7.3.3).
2. Формула для определения шагового коэффициента дозы фликера приведена в *ГОСТ Р 51317.3.3.*

пояснения приведены в приложении В. подраздел В.4.

18

ГОСТ Р 54418.21—2011

1. Дозу фликера *РиЯе* определяют за период времени *Тр.*
2. Пояснения к формуле, определяющей коэффициент искажения напряжения, приведены в приложе­

нии В. подраздел В.4.

* 1. Гармоники тока, интергармоники и составляющие более высоких частот

Характеристики создаваемых ВЭУ гармоник тока, интергармоник и составляющих более высоких частот при непрерывной работе должны быть измерены и отражены в отчете об испытаниях в соответ­ ствии с 6.4.

Результаты измерений должны основываться на наблюдениях, продолжительность которых состав­ ляет 10 мин для каждого интервала активной мощности (средними точками интервалов являются 0.10.20.

.... 100 % *Р„,* как указано в 6.4) и соответствовать условиям минимальных возмущений, вызванных элект­ рической сетью, к которой подключена ВЭУ. Метод измерения должен соответствовать условиям работы ВЭУ с учетом того, что значения создаваемых гармоник тока будут изменяться с периодичностью несколь­ ко секунд.

Результаты измерений, на которые оказали влияние помехи, действующие в электрической сети,

исключают.

Для каждого из 10 %-ных интервалов мощности должны быть получены не менее 9 временных рядов измерений длительностью 10 мин. содержащих результаты измерений мгновенных значений тока (по три измерения на каждую из трех фаз'.

Измерения и группирование спектральных компонентов должны быть проведены в соответствии с *ГОСТ Р 51317.4.7.* Необходимость группирования результатов измерений *по ГОСТ Р 51317.4.7* обу слов - лена тем, что измерения проводят при флуктуирующем источнике. Применяют средства измерения класса точности I есоотеетствиисГОСГР51317.4.7.

При проведении измерений в энергосистемах частотой 50 Гц основной интервал времени измерения должен быть 10 периодов частоты сети, в энергосистемах частотой 60 Гц —12 периодов. Длительность измерительного окна должна быть указана в отчете об испытаниях (см. приложение А).

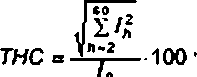
Гармоники тока любого порядка, составляющие менее 0.1 % /„, не учитывают.

Для измерения значений тока применяют дискретное преобразование Фурье (ДПФ) с прямоугольны­ ми весовыми функциями. Специальные весовые функции (Хеннинга. Хэмминга) не применяют. Значения активной мощности должны быть определены при той же длительности измерительного окна, что и гармо­ ники тока (см. *ГОСТ Р 51317.4.*7).

Гармонические составляющие тока до 50-го порядка группируют для получения гармонических под­ групп в соответствии с *ГОСТР51317.4.7. подраздел 5.6* (см. примечание).

Суммарный коэффициент гаэмонических составляющих тока (ГНС) вычисляют по формуле

(13)



Л

где */„* — среднеквадратическое значение гармонической подгруппы тока порядка Л;

—номинальное значение тока ВЭУ.

Интергармоники тока частотсй ниже 2 кГц должны быть сгруппированы для получения интергармони- чвсхих подгрупп в соответствии с *ГОСТ Р 51317.4.7. приложение А. формула А. 2.*

Частотные составляющие тоса более высоких частот (частотой от 2 до 9 кГц) измеряют и группируют

в соответствии с *ГОСТ Р 51317.4.7. приложение В. формула В. 1* (результаты дискретного преобразования Фурье группируют в участках частот 200 Гц).

В отчете об испытаниях для каждого 10-минутного промежутка времени наблюдений и каждого

10 %-ного интервала активной мощности ВЭУ указывают результаты измерений, усредненные на интерва­ ле времени 10 мин в каждой полосе частот, включая гармонические подгруппы, интергармонические под­ группы и состоеляющие более высоких частот.

Гармоники напряжения, измеренные в процессе испытания, также должны быть указаны в отчете об испытаниях. Гармоники напряжения на зажимах ВЭУ измеряют в соответствии с *ГОСТР51317.4.7.* В отчете об испытаниях должны быть отрахены средние за 10 мин значения суммарного коэффициента гармони­ ческих составляющих напряжения (см. *ГОСТР 51317.4.7).*

П р и м е ч а н и е — Методы оценки гармонических подгрупп напряжения приведены в ГОСТ *Р 51317.4.7.*

подраздел 5.6.

19

ГОСТ Р 54418.21—2011

* 1. Воздействие провалов напряжения

Реакции ВЭУ на кратковременные провалы напряжения в электрической сети, указанные в таблице 1. определяют и отражают в отчете об испытаниях в соответствии с требованиями 6.5. Установленные реакции должны включать в себя измеренные ряды значений активной и реактивной мощности, активного и реак­ тивного токов и напряжения на зажимах ВЭУ в промежутке времени от момента, непосредственно предше­ ствующего началу провала налряхения. до момента прекращения его воздействия на ВЭУ. При этом рабо­ чий режим ВЭУ и скорость ветра с усреднением на интервале времени 10 мин должны быть отражены в отчете об испытаниях.

Значения активной и реактивной мощности, активного и реактивного токов, а также напряжения дол­ жны быть приведены для каждого периода частоты электрической сети (50 или 60 Гц) и измерены как основные гармоники прямой последовательности в соответствии с приложением С.

Испытание следует проводить для ВЭУ. работающей в двух диапазонах мощностей: а) от 0.1 Р„ до 0.3 *Р„:* Ь) более 0.9 *Ря.*

Испытания проводят в соответствии со схемой, представленной на рисунке 5. Провалы напряжения

создаются имитатором коротких замыканий, который соединяет два или три фазных провода с землей через сопротивления или соединяет два или три фазных провода вместе через сопротивления.

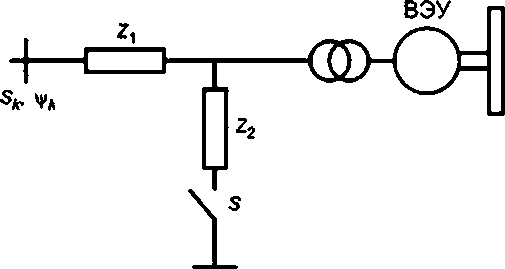


Рисунок 5 — Система с имигагором коротких замыканий для проверки реакции ВЭУ на кратковременные провалы напряжения

Полнив coitpuiпиление 2, предназначено дли офаничемин ыоздейыеин корожих замыканий на электрическую сеть, к которой подключается ВЭУ. Значение сопротивления должно выбираться так. чтобы при выполнении испытанийс провалом напряжения не возникали недопустимые ситуации в электри­ ческой сети, к которой подключено ВЭУ. и. в тоже время, чтобы оно не оказывало существенного влияния на переходный процесс в ВЭУ. Допроведения испытаний и после их завершения сопротивление Z, замы­ кается накоротко.

Провалы напряжения создастся при замыкании ключа S. Значение Z2 должно выбираться так. чтобы получить провалы напряжения, указанные е таблице 1. при отключении ВЭУ от электрической сети.

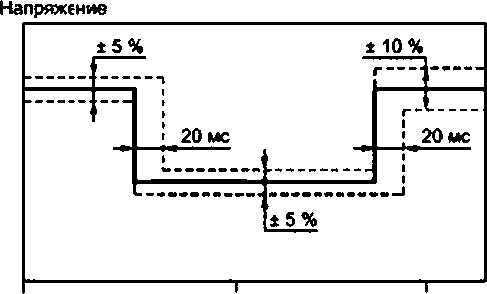
Значения сопротивлений Z, и Z2, которые используются при испытаниях, должны быть указаны в отчете об испытаниях в разделе, содержащем описание применяемого испытательного оборудования.

При применении ключа S должен быть обеспечен точный контроль времени подключения и отключе­ ния *Z2* для всех трех или двух фазных проводников. В качестве ключа может использоваться механи­ ческий прерыватель или силовое электронное устройство.

На значения напряжения, указанные в таблице 1. может оказать влияние работа ВЭУ. однако в соот­ ветствии со схемой, приведенной на рисунке 5. требуется, чтобы ВЭУ находилась в отключенном состоя­ нии. Форма провала напряжения при отключенной ВЭУ должна соответствовать допустимым отклонениям формы, установленным на рисунке 6. Длительность провала напряжения измеряют от момента замыкания ключа S до его размыкания. Допустимые временные отклонения формы провала напряжения, представ­ ленные на рисунке 6. учитывают возможные задержки в работе ключа S и то. что напряжение прямой последовательности не падает и не нарастает мгновенно, а изменяется постепенно.

20

ГОСТ Р 54418.21—2011



Время Рисунок 6 — Допустимые отклонения формы провала напряжения

П р и м е ч а н и е — Испытания ВЭУ проводят в двух диапазонах мощностей: а) от 0.1 *Р„* до 0.3 *Рп* (для определения реакции ВЭУ при наяболее вероятном режиме работы в зависимости от характеристик ветра): Ь) более 0.9 *Р„* (для определения реакции ВЭУ при более жестком режиме).

* 1. Активная мощность
     1. Максимальная измеренная мощность

Значения максимальной измеренной мощности должны быть определены и отражены а отчете об испытаниях в соответствии с 6.6.1 в виде значений Р600 (усреднение за 600 с). (усреднение за 60 с) и

*Р02* (усреднение за 0.2 с). Порядос измерений указан ниже.

Измерения проводят только в процессе непрерывной работы ВЭУ. Активную мощность измеряют на зажимах ВЭУ.

Измерения производят таи. чтобы были получены не менее пяти временных рядов значений мощности на интервале времени 10 мин для каждого интервала скоростей ветра (с разницей граничных значений 1 м/с) между минимальной рабочей скоростью и 15 м/с.

Скорость ветра измеряют ка< среднее значение с усреднением за 10 мин в соответствии с 7.1.3.

Измеренные значения мощности усредняют за 0.2 с и 60 с с помощью блока вычисления средних значений.

Значение *Рс 2* определяют как наибольшее значение из числа записанных и усредненных за интер­ вал времени 0,2 с значений за весь период измерений.

Значение *Рм* определяют как наибольшее значение из числа записанных и усредненных за интер­ вал времени СО с значений за весь период измерений.

Значение Р600 определяют как наибольшее значение из числа записанных и усредненных за интер­ вал времени 600 сзначений за весь период измерений.

Измерения проводят в соответствии со схемой, представленной на рисунке 3. с применением анемо­ метра. трансформаторов напряжения и тока с характеристиками по таблице 2.

Следует учитывать, что диапазон измерений тока может в два раза превышать номинальный ток ВЭУ.

* + 1. Ограничение изменения мощности

Ограничение изменения мощности должно быть проверено и отражено в отчете об испытаниях в соответствии с 6.6.2. Для этого применяют последовательность действий, как указано ниже.

Проводят пуск ВЭУ в работу из состояния покоя.

Ограничение скорости изменения мощности в минуту должно быть установлено на уровне 10% но­ минальной мощности.

Измерения проводят в течение 10 мин с момента подключения ВЭУ к электрической сети.

Располагаемая активная выходная мощность ВЭУ в процессе всего испытания должна составлять не менее 50 % номинальной мощности.

Активную мощность измеряют на зажимах ВЭУ.

По результатам испытания должны быть получены средние значения за интервал времени 0.2 с. которые должны быть отражены в отчете об испытаниях.

Измерения проводят е соответствии со схемой, представленной на рисунке 3. с применением анемо­ метра. трансформаторов напряжения и тока с характеристиками по таблице 2. Скорость ветра должна быть представлена за весь период испытаний е виде диаграммы временных рядов с интервалами 1 мин.

21

ГОСТ Р 54418.21—2011

Данные о располагаемой активной мощности определяют с использованием системы управления ВЭУ. Если система управления ВЭУ не выполняет данную операцию, могут быть использованы прибли\* женные значения, вычисленные на основе измеренной скорости ветра и графика вырабатываемой мощности ВЭУ.

* + 1. Управление по заданным уставкам

В отчете об испытаниях в соответствии с требованиями 6.3.3 должен быть отражен процесс управле­ ния активной мощностью по заданным уставкам. Порядок испытаний указан ниже.

Испытания проводят в течение 10 мин.

Функция ограничения скорости измерения мощности в процессе испытания должна быть отключена для получения максимально быстрой возможной реакции.

Уставки активной мощности должны быть настроены с понижением значений мощности от 100 до 20 % с шагом 20 % (по 2 мин работы при каждом значении уровня) в соответствии с рисунком 1.

Располагаемая активная еьжодная мощность должна составлять не менее 90 % номинальной мощ­

ности в процессе всего испытания.

Активную мощность измеряют на зажимах ВЭУ.

По результатам испытания должны быть получены средние значения за интервал времени 0.2 с. которые должны быть отражены вотчете об испытаниях.

Измерения проводят в соответствии со схемой, представленной на рисунке 3. с применением анемо­ метра. трансформаторов напряжения и тока с характеристиками по таблице 2. Скорость ветра должна быть представлена за весь период испытаний в виде диаграммы временных рядов с интервалами 1 мин.

Данные о располагаемой активной мощности определяют с использованием системы управления 8ЭУ. Если система управления ВЭУ не выполняет данную операцию, могут быть использованы приближенные значения, вычисленные на основе измеренной скорости ветра и графика вырабатыва­ емой мощности ВЭУ.

* 1. Реактивная мощность
     1. Максимально допустимая реактивная мощность

В отчете об испытаниях должны быть отражены максимальные значения индуктивной и емкостной реактивной мощности по измерениям в соответствии с 6.7.1.

Для измерения максимального значения индуктивной реактивной мощности ВЭУ должна быть уста­ новлена в рабочий режим, обеспечивающий максимальную индуктивную реактивную мощность во всем диапазоне вырабатываемой мощности.

Для измерения максимального значения емкостной реактивной мощности ВЭУ должна быть установ­ лена в рабочий режим, обеспечивающий максимальную емкостную реактивную мощность во всем диапа­ зоне вырабатываемой мощности.

Для каждого из «тих двух заданных режимов должка быть применена последовательность действий,

указанная ниже.

Сбор результатов измерении проводят в процессе непрерывной работы ВЭУ. Активную и реактивную мошности измеряют на зажимах ВЭУ.

Измерения проводят так. чтобы получить не менее тридцати временных рядов значений активной и реактивной мощности в интервале времени 1 мин для каждого 10%-ного интервала мощности.

Данные выборки измеренных значений на интервалах времени 1 мин преобразуют в значение, усред­ ненное на интервале 1 мин с помощью блока вычисления средних значений.

Средние за 1 мин значения реактивной мощности должны быть распределены так. чтобы реактивная

мощность была указана е табгмце в виде средних значений для интервалов 0. 10. 90............................................. 100% номинальной мощности (под значениями 0.10.90..................... 100 % понимают средние точки интервалов актив­

ной мощности).

Измерения проводят в соответствии со схемой, представленной на рисунке 3. с применением трансформаторов напряжения и тока с характеристиками по таблице 2.

* + 1. Управление по заданным уставкам

Управление реактивной мощностью по заданным значениям уставки должно быть проверено и отра­ жено е отчете об испытаниях а соответствии с 6.7.2.

При измерениях с уставкой реактивной мощности, равной нулю, проводят действия, как указано

ниже.

Сбор результатов измерений проводят в процессе непрерывной работы ВЭУ. Активную и реактивную мошности измеряют на зажимах ВЭУ.

22

ГОСТ Р 54418.21—2011

Измерения проводят так. чтобы получить не менее тридцати временных рядое значений активной и реактивной мощности в интервале времени 1 мин для каждого 10 %-ного интервала мощности.

Данные выборки измеренных значений на интервалах времени 1 мин преобразуют в значение за

1 мин с помощью блока вычисления средних значений.

Средние за 1 мин значения реактивной мощности должны быть распределены так. чтобы реактивная мощности была указана в таблицев виде средних значений для интервалов 0.10.90............................. 100% номиналь­ ной мощности (под значениями 0,10. 90...................... 100% лонимают средние точки интервалов активной

мощности).

При измерениях с пошаговь м изменением уставки реактивной мощности проводят действия, как указано ниже.

Сбор результатов измерений проводят в процессе непрерывной работы ВЭУ. Активную и реактивную мощности измеряют на зажимах ВЭУ.

Активная выходная мощность должна составлять приблизительно 50 % номинальной мощности.

Данные выборки реактивной мощности должны представлять собой средние значения за 0.2 с. Уставки реактивной мощности должны изменяться в соответствии с рисунком 2.

Результаты измерений реактивной мощности должны быть представлены в виде диаграммы данных, полученных на интервале времени 0.2 с с указанием значений уставок реактивной мощности.

Измерения проводят в соответствии со схемой, представленной на рисунке 3 с применением трансформаторов напряжения и тска с характеристиками по таблице 2.

* 1. Защита электрической зети

Уровни защиты и время отключения ВЭУ определяют при повышенном и пониженном напряжении, а также при повышенной и пониженной частоте. Для этого используют отдельный источник трехфазного напряжения с переменным напряжением и частотой, который включают е систему управления ВЭУ. Уста­ новки уровней защиты и времени отключения должны быть точно определены на блоке управления 8ЭУ. Исходя из требований безопасности измерения проводят при неработающем генераторе ВЭУ. что обеспе­ чивает защиту сети подключения.

Для проверки уровней защиты проводят действия, как указано ниже. Уровень защиты от понижения напряжения

Напряжение отдельного трехфазного источника напряжения должно уменьшаться во всех трех фазах от значения, соответствующего 100 % номинального напряжения, при номинальной частоте с шагом 1% номинального напряжения до момента отключения ВЭУ. Продолжительность каждого шага — не менее 20 с.

Уровень защиты от повышения напряжения

Напряжение отдельного трвхфэзного источника напряжения должно возрастать во всех трех фазах от значения, соответствующею 100 % номинального напряжения, при номинальной частоте с шагом

1 % номинального напряжения дс момента отключения ВЭУ. Продолжительность каждого шага — не

менее 20 с.

Уровень защиты от понижения частоты *fmM,*

Частота отдельного трехфаэного источника напряжения должна уменьшаться от значения 100 % номинальной частоты при номинальном напряжении с шагом 0.1 Гцдо момента отключения ВЭУ. Продол­ жительность каждого шага — не менее 20 с.

Уровень защиты от повышения частоты

Частота отдельного трехфазною источника напряжения должна возрастать от значения 100%номи- нальной частоты при номинальном напряжении с шагом 0.1 Гц до момента отключения ВЭУ. Продолжи­ тельность каждого шага — не менее 20 с.

Для проверки времени отключения проводят действия, указанные ниже.

Под временем отключения понимают период времени от момента начала броска напряжения до мо­ мента отключения ВЭУ.

Время отключения ВЭУ следует определить из технической документации на ВЭУ или путем измере­ ния времени отключения.

Понижение напряжения

В прерыватель цепи ВЭУ от отдельного источника напряжения подают провал напряжения от номи­ нального значения до значения — 5 % номинального напряжения.

Повышение напряжения

23

ГОСТ Р 54418.21—2011

В прерыватель цепи ВЭУ от отдельного источника напряжений подают бросок напряжения от номи­ нального значения до значения 5 % номинального напряжения.

Повышение частоты

В прерыватель цепи ВЭУ от отдельного источника напряжения подают повышение частоты от номи­ нального значения до значения *t*^ + 1 Гц.

Понижение частоты

В прерыватель цепи ВЭУ от отдельного источника напряжения подают понижение частоты от номи­ нального значения до значения -1 Гц.

* 1. Время повторного подключения

Время повторного подключения ВЭУ должно быть проверено в соответствии с 6.9. Для проверки проводят действия, указанные ниже.

Испытание проводят по одному разу для каждого из указанных в 6.9 трех видов отключения от элек­ трической сети.

Во время повторного подключения средняя скорость ветра должна быть выше 10 м/с.

При испытании ВЭУ отключают от электрической сети при помощи размыкания имеющегося преры­ вателя. 8 качестве прерывателя, юк правило, применяется прерыватель среднего напряжения, соединяю­ щий ВЭУ с системой сбора мощности. Размыкание прерывателя должно быть выполнено при нахождении 8ЭУ в рабочем режиме. Повторное подключение ВЭУ к сети следует проводить замыканием прерывателя.

Под временем отключения понимают время между размыканием и замыканием прерывателя. Преры­ ватель обычно управляется вручную, и испытатель должен убедиться в том. что время отключения от сети соответствует указанным значениям с отклонением ♦ 1 с.

Активную мощность измеряют на зажимах ВЭУ. Напряжение измеряют на зажимах ВЭУ.

Результаты испытания должны быть отражены в отчете об испытаниях представлением средних зна­

чений измеренной мощности и напряжения за интервал времени 0.2 с. Время повторного подключения определяют на основе измеренных значений мощности и напряжения от момента, когда напряжение воз­ вратилось к своему нормальному значению (в диапазоне от 0.9 до 1.1 U). до момента, когда ВЭУ возобнов­ ляет выработку электрической энергии *(Р* > 0).

Измерения проводят в соответствии оо схемой, представленной на рисунке 3 с применением транс­ форматоров напряжения и тока с характеристиками по таблице 2.

# Оценка качества электрической энергии

* 1. Общие положения

в настоящем разделе установлены методы оценки качества электрической энергии, вырабатывае­ мой отдельной ВЭУ или группой ВЭУ. расположенных на конкретной площадке, позволяющие обеспечить сравнение результатов испытаний с требованиями стандартов, устанавливающих нормы качества элект­ рической энергии.

Если поставщики электрической энергии и регулирующие органы власти применяют требования к качеству электрической энергии, отличающиеся от требований стандартов, устанавливающих нормы каче­ ства электрической энергии, то методы оценки соответствия качества электрической энергии могут быть применимы в качестве рекомендуемых.

Методы оценки соответствия качества электрической энергии применимы для ВЭУ. предназначенных для подключения в точке общего грисоединения при среднем (СН) и высоком (ВН) напряжениях к электри­ ческим сетям фиксированной частоты (с отклонением ± 1 Гц) при достаточных возможностях регулирова­ ния активной и реактивной мощности. В иных случаях методы оценки соответствия качества электричес­ кой энергии также могут быть прииенимы в качестве рекомендуемых.

* 1. Колебания напряжения 8.2.10бщие положения

Для установления соответствия предельно допустимым значениям фликера, доза фликера, созда­ ваемого ВЭУ. должна быть ограничена в соответствии с формулами:

(14)

(15)

24

ГОСТ Р 54418.21—2011

где *Ри* . *Р„* —кратковременная и длительная дозы фликера, создаваемого ВЭУ;

*Ер*,„ , *Ер*—предельно допустимые значения кратковременной и длительной дозы фликера для соот­ ветствующих ТОП.

Кроме того, относительные изменения напряжения (см. *ГОСТР 51317.3.3*), создаваемые ВЭУ. долж­ ны быть ограничены в соответствии с формулой

*d* £ (16)

где *d* — относительное изменение напряжения в результате операции переключения в ВЭУ:

—л— — максимально допустимое относительное изменение напряжения.

Рекомендуемые методы оценки предельно допустимых значений фликера и значений максимально допустимого изменения напряжения для электроустановок среднего и высокого напряжения установлены в (41.

Дозы фликера и значения относительного изменения напряжения, создаваемых ВЭУ. должны быть определены в соответствии с методикой, приведенной ниже.

* + 1. Непрерывная работа

99-й процентиль дозы фликера, создаваемого одиночной ВЭУ при непрерывной работе, определяют с применением формулы

*Ри шРя* =с(у\*,и в ) (17)

гдес(\у\*, уа) — коэффициент дозы фликера, создаваемого ВЭУ в ТОП при заданном фазовом угле полно­ го сопротивления сети у\* при заданной среднегодовой скорости ветра *va* на высоте оси еетроколеса ВЭУ на конкретной площадке;

*S„ —* номинальная полная мощность ВЭУ;

S\* — полная мощность короткого замыкания в ТОП.

Значение дозы фликера, создаваемого ВЭУ при действующих значениях у\* и *v,* для площадки размещения, может быть определено методом линейной интерполяции на основе данных таблицы, полу­ ченных в результате измерений в соответствии с 7.3.3.

В случае, если к ТОП подключено большое число ВЭУ. суммарная доза фликера может быть опре­ делена с использованием формугы

*Риг* • *Р т* •\* <¥\*>\*)• S.,)

2 (18)

где с (уА, v,) — коэффициент дозы фликера, создаваемого отдельной ВЭУ; S„— номинальная полнэяя мощность отдельной ВЭУ;

*Ыя,* —число ВЭУ. подключенных к ТОП.

* + 1. Операции переключения

Кратковременная и длительная дозы фликера, вызванные операциями переключения в одиночной 8ЭУ. должны быть определены с грименением формул

|  |  |
| --- | --- |
| Р„=18Хо» | (19) |
| '\*/(¥\*) s'". | (20) |

где *к,* (\уд) — шаговый коэффициент дозы фликера, создаваемого ВЭУ данного ^ в ТОП (см. также приме­ чание 1).

Значение шагового коэффициента дозы фликера, создаваемого ВЭУ для значения уд на площадке размещения, может быть получено методом пененной интерполяции данных, измеренных и сведенных в таблицу в соответствии с 7.3.4.

25

ГОСТ Р 54418.21—2011

В случае, если к ТОП подключено большее чисто ВЭУ. суммарная доза фликера может быть опре­ делена с использованием формул:

S\* l/.1





(21)

Р »в-Т2"-

1-1



120\*1 • ■*[kf* i W\*) ■S„ /)ЭЛ 

где /У,0яии *N,2(m.(—* максимальное число однотипных операций переключения е отдельной ВЭУ за перио­ ды 10 мин и 2 ч соответственно;

*К* < (V\*) ^-шаговый коэффициент дозы фликера, создаваемого отдельной 8ЭУ;

S„, — номинальная полная мощность отдельной ВЭУ (см. также примечание 2).

Если применяется общая система управления, контролирующая работу нескольких ВЭУ. ограничи­ вающая общее число операций переключения, то влияние этой системы должно быть учтено.

Относительное изменение напряжения из-за переключения в ВЭУ должно быть определено в соот­ ветствии с формулой

## tf=-100A„(n>|4 (23)

где *d* —относительное изменение напряжения. %;

*К-* (%) — коэффициент искажения напряжения ВЭУ для данного ук в ТОП.

Коэффициент искажения напряжения ВЭУ для действующего на площадке значения *щ* может быть найден методом линейной интерполяции данных, измеренных и представленных в таблице в соответствии с 7.3.4.

Одновременное возникновение операций переключения в двух разных ВЭУ. входящих в группу под­ ключенных к ТОП ветроустановок. считают маловероятным. Поэтому в учете суммарных эффектов при оценке относительного изменения напряжения для групп ВЭУ нет необходимости.

Примечания

1. Формулы (19) и (20) могут быть получены с учетом В.4.2 для периодов наблюдения 600 с и 7200 с соответ­ ственно.
2. Формулы (21) и (22) могут быть получены аналогично (19) и (20) с той разницей, что должно быть учтено общее количество ВЭУ. подключенных к ТОП. Суммирование оправдано, так как переходный процесс операции переключения, вносящий значительный вклад 8 создание фликера, обычно имеет малую продолжительность.

8.3 Гармоники тока, интергармоники и составляющие более высоких частот

Гармоники тока должны быть ограничены до значений, допустимых в ТОП.

Предельно допустимые значения эмиссии гармоник тока могут быть определены с учетом рекомен­ даций. приведенных е (5) то формуле

*•ы* (24)

где *N*w, — число ВЭУ. подключенных к ТОП;

/л£ —гармоника тока порядка/? в ТОП:

*п,* —коэффициент трансформации на /«й ВЭУ;

*1„ ,* — гармоника тока порядка /м'-й ВЭУ:

р — показатель степени при суммировании гармоник, численное значение которого должно быть выбрано в соответствии с таблицей 3 и требованиями, приведенными ниже.

26

ГОСТ Р 54418.21—2011

## Таблица 3 —Значенияпоказателя8 вформуле{24) вс**о**тветств**и**с[5]

|  |  |
| --- | --- |
| Порядок гармоники | Р |
| Л <5 | 1,0 |
| *S&hi* 10 | 1.4 |
| /»> 10 | 2.0 |

Если ВЭУ. образующие группу, имеют одинаковые конструкцию и характеристики и их преобразова­ тели линейно коммутированы, то считают, что гармоники тока имеют одинаковые фазы и следует исполь­ зовать значение р *-* 1 для гармоник всех порядков.

Формула (24) не учитывает, что при использовании трансформаторов с различными векторными груп­ пами могут быть исключены отдельные гармоники. Для этого случая необходимо внести поправки.

Формула (24) может применяться также при суммировании интергармоник и составляющих более

высоких частот. При этом интергармоники и составляющие более высоких частот считают взаимно незави­ симыми. и при их суммировании вформуле (24) применяют значение р = 2.

27

ГОСТ Р 54418.21—2011

## ПриложениеА (справочное)

Форма отчета об испытаниях

## В настоящем приложен**и** приведена рекомендуемая форма отчета об испытаниях ВЭУ. проводимых ис­ пытательной лабораторией с целью определения характеристик ВЭУ. связа**н**ых с качеством электрической энер­ г**и**. Порезультатамиспытанийдопкныбытьзаполненытаблицыипостроеныграфики, указа**н**ыениже.

*П р и м е ч а н и е* — Отчет об испытаниях *ВЭУ. проводимых испытательной лабораторией,* должен

*соответствовать* требованиям*ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025. подраздел 5.10.*

## ОТЧЕТ ОБИСПЫТАНИЯХВЭУВЧАСТИХАРАКТЕРИСТИК. СВЯЗА**Н**ЫХСКАЧЕСТВОМЭЛЕКТРИЧЕСКОЙЭНЕРГ**И**

Значения характеристик, приведе**н**ые в настоящем отчете об испытаниях, действительны только для кон­ кретной конфигурации ВЭУ испытуемого типа. Другие конфигурац**и** ВЭУ. включая измененные параметры регу­ лирования. вызывающие изменения функционирования ВЭУ. влияющие на качество электрической энерг**и**, тре­ буютотдельнойоценки.

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование испытатегьной лаборатории, проводящей испытания |  |
| Номеротчетаобиспытаниях |  |
| ОбозначениетипаВЭУ |  |
| ПроизводительВЭУ |  |
| СерийныйномериспытуемойВЭУ |  |

ВЭУ. идентифицирова**н**ая как указано выше, была испытана в с**о**тветствии с требованиями настоящего национальногостандарта. ОсновныехарактеристикиВЭУприведеныниже.

|  |  |
| --- | --- |
| ТипВЭУ(осьгоризонтальная/ввртикапьная) |  |
| Числолопастей |  |
| Диаметрветроколеса. м |  |
| Высотаосиветроколеса. м |  |
| Управлениелопастями(поворотом/срывомпотока) |  |
| Управление скоростью (старость фнксиро**а**ниая/две ско­ рости/ скоростьпеременная) |  |
| Типгенератораиегономинальнаямощность. кВт |  |
| Тип частотного преобразователя и ко номинальная мощ­ ность. кВА |  |
| Тип компенсатора реактивной мощности и его номиналь­ наяреактивнаямощность, квар |  |
| Номинальная мощность трансформатора. кВ-А и коэф­ фициенттрансформац**и** |  |
| ОбозначениезажимовВЭУ |  |

28

ГОСТ Р 54418.21—2011

## Кнастоящемуотчетуприлагактсяследующиедокументы.

|  |  |
| --- | --- |
| Характер**н**формэти | Наименованиедокумента, дата |
| Описание испытуемой ВЭУ. включая сведения об установках с**о**тветствующихпараметровуправления |  |
| Описание площадки для испытаний п подключения ВЭУ к элек­ трическойсети |  |
| Описание испытательного оборудования и средств измере­ ний |  |
| Описаниеусловийиспытаний |  |
| Перечень отклонений от требований настоящего националь­ ногостандарта |  |
| Составил |  |
| Проверил |  |
| Утвердил |  |
| Датазаполнения |  |

Характеристики ВЭУ. определенные с использованием процедур, отличающихся от установле**н**ых 8 на­ стоящем национагьном стандарте, должны быть выделены в отчете об испытаниях. Выделение е отчете относит­ ся таюке к характеристикам, значения которых были вычислены, а не измерены. Использова**н**ые альтернатив­ ные процедуры определения характеристик ВЭУ указаны в документе (документах), прилагаемых к настоящему отчету.

ХарактеристикиВЭУприведена! ниже.

А.1 НоминальныезначенияхарактеристикВЭУ. учитываемыеприизмеренияхназажимах

|  |  |
| --- | --- |
| Номинальнаямощность. *Рл,* кВт |  |
| Номинальнаяскоростьветра. vn . м'с |  |
| Номинальнаяполнаямощность. S„ кВА |  |
| Номинальныйток. /„ . А |  |
| Номинальноенапряжение. *Un,* 8 |  |
| Номинальнаячастота. /п. Гц |  |

А.2 Колебаниянапряжения А.2.1 Непрерывнаяработа ХарактеристикирабочегорежимаВЭУвпроце**с**еиспытания.

Управлениепозаданнойреактивноймощности. 0 = 0 Другойрежим:

29

ГОСТ Р 54418.21—2011

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Фазовый угол полного сопромвлеиия сети, if а . град | 30\* | 50' | 70\* | 9S\* |
| Средняя годовая скорость ветра. ***vt*** , м/с | Коэффициент дозы фликер | | а при иелрерыв\*   * V.) | ой работе. |
| 6.0 |  |  |  |  |
| 7.5 |  |  |  |  |
| 8.5 |  |  |  |  |
| 10.0 |  |  |  |  |

## А.2.2 Операциипереключен**и** ХарактеристикирабочегорежимаВЭУвпроце**с**еиспытания

Управлениепозаданнойуставкереактивноймощности. 0 = 0 Другойрежим:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариантоперациипереключения | Пускприминимальнойрабочей скоростиветра | | | |
| Максимальноечислоопераций переключенияW10/n |  | | | |
| Максимальноечислоопераций переключения |  | | | |
| Фазовыйуголполногосопротивлениясети**у\*.** град | 30\* | 50\* | 70\* | 85\* |
| Шаговыйкоэ**ф**ициентдозыфликераА/ (у\*) |  |  |  |  |
| Коэ**ф**ициентизменениянапряжения*ки* (у\*) |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариантоперациипереключения | Пускприноминальнойилипревышающей скоростиветра | | | |
| Максимальноечислоопераций переключенияWia\* |  | | | |
| Максимальноечислоопераций переключенияN12ttm |  | | | |
| Фазовыйутопполногосопротивлениясети**у\*.** град | 30\* | 50\* | 70\* | 85\* |
| Шаговыйкоэ**ф**ициентдозыфликераА/ (у\*) |  |  |  |  |
| Коэ**ф**ициентизменениянапряжения*ки* (у\*) |  |  |  |  |

30

ГОСТ Р 54418.21—2011

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариантоперац**и**переключения | Наихудшийслучайпереключениямежду генераторами | | | |
| Максимальноечислоопераций переключенияW1Cw> |  | | | |
| Максимальноечислоопераций переключенияWi20m |  | | | |
| Фазовыйуголполногосопротивлениясети*щ,* град | 30\* | 50\* | 70\* | 85\* |
| Шаговыйкоэ**ф**ициентдозыфликфа*к,* (у\*) |  |  |  |  |
| Коэ**ф**ициентизменениянапряжения*ки* (уА) |  |  |  |  |

## А.ЗГармоникитока, интергармоникиисоставляющиебол**е** высокихчастот

Эми**с**июгармониктока. интер(армонихисоставляющихбол**е** высокихчастотуказываютвпроцентахот/„ дляработыВЭУвинтервалахмощности10. 20................................................... 100 %*Р„.*

ХарактеристикирабочегорежимаВЭУвпроце**с**еиспытания

Управлениепозаданнойуставкереактивноймощности. Q = 0 Другойрежим:

А.3.1 Гармоникитока

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **0** | **10** | **20** | **30** | **40** | **so** | **во** | **70** | **80** | **90** | **100** |
| **н** |  |  | ***>й.%*** |  |  |  |  |  |  | ***1„.%*** | **V\*** |
| **2** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **3** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **4** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **6** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **7** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **8** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **9** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **10** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **11** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **12** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **13** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **14** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

31

ГОСТ Р 54418.21—2011

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Р^%* | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | ео | 70 | 80 | 90 | 100 |
| *н* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | V\* |  |
| 15 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 17 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 18 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 22 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 23 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 24 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 25 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 26 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 27 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 28 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 29 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 30 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 31 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 32 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 33 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 34 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 35 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 36 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 38 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 39 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 41 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 42 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

32

ГОСТ Р 54418.21—2011

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | so | ео | 70 | 80 | 00 | 100 |
| N |  |  |  |  |  |  | *tn.%* |  |  | v% | V\* |
| 43 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 44 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 45 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 46 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 48 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 49 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 50 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ШС.% |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## А.3.2 Интергармоникитока

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | SO | ео | 70 | 80 | 90 | 100 |
| /.Гц |  |  | v% |  |  |  |  |  | v% | 'л-\* | V\* |
| 75/90 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 125/150 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 175/210 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 225/270 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 275/330 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 325/390 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 375/450 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 425/510 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 475/570 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 525/630 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 575/690 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 625/750 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 675/810 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 725/870 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 775/930 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 825/990 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

33

ГОСТ Р 54418.21—2011

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Р^%* | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | во | 70 | 80 | 90 | 100 |
| *1.* Гц |  |  |  |  |  |  | *t„.%* |  |  |  | V\* |
| 875/1050 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 925/1110 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 975/1170 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1025/1230 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1075/1290 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1125/1350 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1175/1410 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1225/1470 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1275/1530 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1325/1590 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1375/1650 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1425/1710 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1475/1770 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1525/1830 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1575/1890 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1825/1950 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1675 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1725 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1775 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1825 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1875 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1925 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1975 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

34

ГОСТ Р 54418.21—2011

## А.3.3 Составляющиеболеевысокихчастот

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Р^.%* | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | so | 00 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| *Г,* >Гц |  |  |  |  |  |  | *1л.%* |  |  | 'л\* |  |
| 2.1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2.3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2.5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2.7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2.9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3.1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3.3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3.5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3.7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3.9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5.1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5.3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5.5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5.7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5.9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6.1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6.3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6.5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6.7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6.9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7.1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7.3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7.5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

35

ГОСТ Р 54418.21—2011

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Р^%* | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | ео | 70 | 80 | 90 | 100 |
| *1* кГц |  |  |  |  |  |  |  |  |  | V\* |  |
| 7.7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7.9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8.1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8.3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8.5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8.7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8.9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## А.4 Воздействиепроваловнапряжения РабочийрежимВЭУ:

Условияиспытания

ГрафикА.1. Временныерядыизмеренийпроваловнапряженияприотключе**н**ойиспытуемойВЭУ(вари­ антыиспытанийПН1— ПН6).

Результатыиспытанияприработевдиапазонеот0.1Р\* до0,ЗРл

ГрафикА.2а. Време**н**ыерядыизмеренийактивноймощностидляпрямойпоследовательностиосновной

частоты(вариантыиспытанийПН1— ПН6).

ГрафикА.2Ъ. Време**н**ыерядыизмеренийреактивноймощностидляпрямойпоследовательностиоснов­ нойчастоты(вариантыиспытанийГН1— ПН6).

ГрафикА.3а. Време**н**ыерядьизмеренийактивноготокадляпрямойпоследовательностиосновнойчасто­ ты(вариантыиспытанийПН1— ПН6).

ГрафикА.ЭЬ. Временныерядыизмеренийреактивноготокадляпрямойпоследовательностиосновной

частоты(вариантыиспытанийПН1— ПН6).

ГрафикА.4. Временныерядыизмеренийнапряженияпрямойпоследовательностиосновнойчастотына зажимахВЭУ(вариантыиспытанийПН1— ПН6).

РезультатыиспытанияВЭУпринагрузкебол**е** 0,9Р„ номинальнойактивноймощности:

ГрафикА.5а. Време**н**ыерядыизмеренийактивноймощностидляпрямойпоследовательностиосновной частоты(вариантыиспытанийПНI— пнб).

ГрафикА.5Ь. Време**н**ыерядыизмеренийреактивноймощностидляпрямойпоследовательностиоснов­ нойчастоты(вариантыиспытанийГН1— ПН6).

ГрафикА.6а. Време**н**ыерядьизмеренийактивноготокадляпрямойпоследовательностиосновнойчасто­

ты(вариантыиспытанийПН1— ПН6).

ГрафикА.6Ь. Време**н**ыерядыизмеренийреактивноготокадляпрямойпоследовательностиосновной частоты(вариантыиспытанийПН1— ПН6).

ГрафикА.7. Време**н**ыерядыизмеренийнапряженияпрямойпоследовательностиосновнойчастотына зажимахВЭУ(вариантыиспытанийПН1— ПН6).

А.5 Активнаямощность

А.5.1 Максимальнаяизмеряемаямощность Средн**е** значениеза600 с

|  |  |
| --- | --- |
| ИзмеренноезначениеРвоо- кВт |  |
| Нормирова**н**оезначение. *Рьоо* s *Pst t Pa* |  |

Средн**е** значениеза60 с

|  |  |
| --- | --- |
| Измеренноезначение. Р60, кВт |  |
| Нормирова**н**оезначение, рзд= *Р&о* / *Ра* |  |

36

ГОСТ Р 54418.21—2011

## Средн**е** значениеза0.2 с

|  |  |
| --- | --- |
| Измеренноезначение. *Р0 2,* кВт |  |
| Нормирова**н**оезначение. *р0 г* “ г |  |

А.5.2 Ограничениеизменениямощности РабочийрежимВЭУ: изменениемощности10 % номинальноймощностивминуту

ГрафикА.8а. Време**н**ыерядьзначенийполнойиизмере**н**ойактивнойвыходноймощности. ГрафикА.8Ь. Време**н**ыерядыизмере**н**ойскоростиветравпроцессеиспытания.

А.5.3 Управлениепозаданныйуставкамактивноймощности РабочийрежимВЭУ: режимугравленияпозада**н**ымуставкамактивноймощности

ГрафикА.9а. Време**н**ыерядьзначенийуставокактивноймощности, полнойиизмереннойактивнойвы­ ходноймощности.

ГрэфжА.96. Време**н**ыерядыизмере**н**ойскоростиветра8 проце**с**еиспытания. А.6 Реактивнаямощность А.6.1 Максимальнодопустимаяреактивнаямощность

РабочийрежимВЭУ: режимуправлэнияпозада**н**ымуставкамреактивноймощности

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Активнаямощность, % номинальной  мощности |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Максимальнаяиндуктивная  реактивнаямощность, квар |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Максимальнаяемкостная реактивнаямощность, квар |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

А.6.2 Управлениепозаданныйуставкамреактивноймощности РабочийрежимВЭУ: режимуправленияпозада**н**ымуставкамреактивноймощности

Уставкареактивноймощности0 квар

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Активнаямощность, % номинальной  мощности |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Реактивнаямощность, квар |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Ступенчатоеизменениеуставкиреактивноймощности

ГрафикА.9. Временныерядызначенийуставокреактивноймощностииизмере**н**ойреактивноймощности.

ГрафикА.10. Временныерядыактивноймощностивпроцессеиспытания(активнаямощностьдолжна составлятьприблизительно50% номинальной).

37

ГОСТ Р 54418.21—2011

## А.7 Защитасети

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Напряжение. частоте | Уровеньэащмты | | времяотключения, с | |
| Устаек» | Результат измерения | Уставка | Результат измерения |
| Повыше**н**ое  напряжение |  |  |  |  |
| Пониже**н**ое  напряжение |  |  |  |  |
| Повыше**н**ая  частота |  |  |  |  |
| Пониже**н**ая частота |  |  |  |  |

А.8 Времяповторногоподключения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Продолжительностьсбоясети | 10 с | 1 мин | 10 мин |
| Фактическая измере**н**ая продолжительность сбоя сети, с |  |  |  |
| Времяповторногоподключения, с |  |  |  |

38

ГОСТ Р 54418.21—2011

## ПриложениеВ (справочное)

Колебания напряжения и фликер

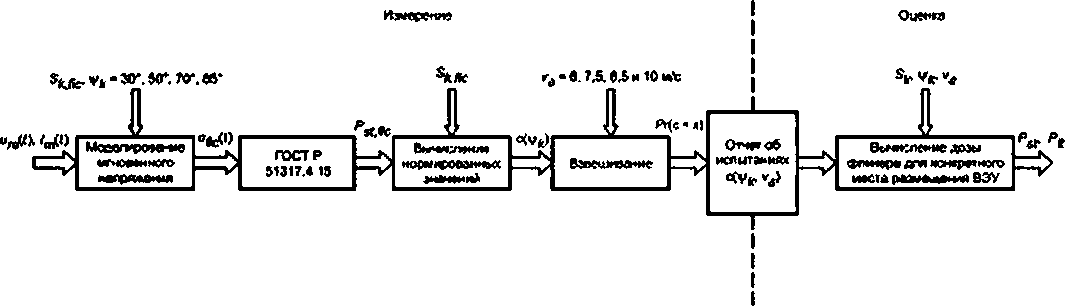
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ВЭУ | приведены | на |
| а | процедура | оценки |

## В.1 Непрерывнаяработа

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Процедуры | проведения | измерэний | и оценки | дозы |
| рисунке В.1. | Из | рисунка В.1 | следует, что | процедура |

сравнительнопроста.

фликера при непрерывной работе измерения является достаточно сложной,



РисунокВ.1 — ПроцедурыпроведенияизмеренийиоценкидозыфликерапринепрерывнойработеВЭУ

Вс**о**тветствиисрисункомВ.1 процедурыизмеренийвключаютвсебя:

1. измерение нескольких време**н**ых рядов напряжения и тока *um(t), sm(t)* для скоростей ветра, находящихся вдиапазонеотминимальнойрабочейскоростиветрадо15 м/с:
2. использование каждого блока из измере**н**ых време**н**ых рядов в качестве входной функц**и** для модели­ рования колебаний напряжения *Ugjf;* расчетной сети при соответствующей полной мощности короткого замыка­ нияS\* №ипричетырехразличныхзначенияхфазовогоутлаполногосопротивлениясетиуд;
3. использование каждого моделирова**н**ого мгнове**н**ого напряжения време**н**ых рядов *u^ft)* в качестве

входнойфункциидляопределениярозыфликераРв(-Яевс**о**тветств**и**с*ГОСТ Р 51317.4.15:*

## нормирование каждого значения *P,i. и* для получения коэ**ф**ициента дозы фликера с (у\*). не зависяще­ гоотвыбра**н**ойполноймощностикороткогозамыканиясетиS\*. №;

1. расчет для каждого значения фазового угла полного сопротивления сети у\* взвеше**н**ой интегральной

функции распределения коэ**ф**ициента дозы флихера *Рг(с < х)* для четырех распределений скоростей ветра. *Рг(с < х)* представляет собой распределение коэ**ф**ициента дозы фликера в случае выполнения измерений в местеустановкиВЭУ. имеющегораспределениесреднейскоростиветра*vt* поРелею:

1. определение 99-го процентиля коэ**ф**ициента дозы фликера *с* (у\*. v4) для каждой интегральной функ­ циираспределения.

Процедура оценки (см. рисунок В.1) позволяет на основе установле**н**ого значения дозы фликера вычис­ лить дозу фликера, вызываемого единичной ВЭУ или гру**п**ой ВЭУ. расположе**н**ых на конкретной площадке, работающихвнепрерывномрежиме.

В.2 Операциипереключения

Порядок проведения измерений и оценки колебаний напряжения и фликера при операциях переключения представленнарисункеВ.2.

Из рисунка В.2 следует, что процедура измерения является достаточно сложной, в то время как процедура оценкисравнительнопроста.

Процедурыизмерениядляоперацийпереключениявключаютвсебя:

1. измерение нескольких време**н**ых рядов напряжения и тока *ит(1)* и *im(t)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| для | каждого | указа**н**ого | типа |
| входной | функц**и** | для | модели­ |

переключения:

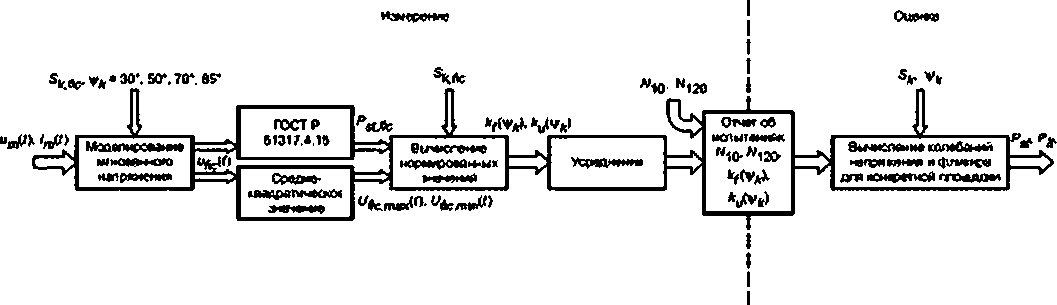
1. использование каждого блока из измере**н**ых време**н**ых рядов в качестве

рования колебаний напряжения расчетной сети при четырех различных фазовых углах полного сопротив­ лениясетиу\* исоответствующейполноймощностикороткогозамыканиясетиStАс;

39

ГОСТ Р 54418.21—2011

I



## РисунокВ.2 — Процедурыпроведенияизмеренийиоценкиизмененийнапряженияидозыфликераприопера­ цияхпереключенияВЭУ

1. использование каждого мгнове**н**ого напряжения временных рядов *UndO* в качестве входной функц**и** для определения дозы фликера Р<1ЙС в с**о**тветств**и** с *ГОСТ Р 51317.4.15.* а также в качестве входной функции длявычисленияl/д. та, иминималэногот|Псреднеквадрагическогозначениянапряжениязаодинпериод:
2. приведение каждого значения *Рцос \** шаговому коэффициенту дозы фликера (у\*) и каждого значения

напряжения(Уйе, т4м— т|П— ккоэ**ф**ициентуискаженияналряжен**и**я*ки* (у\*);

1. определение для каждого значения фазового угла полного сопротивления сети у\* средних значений

измеренныхшаговыхкоэффициент» дозыфликераикоэ**ф**ициентовискажениянапряжения:

1. указание в отчете об испытаниях для каждого типа операций переключения средних значений измерен­ ных шаговых коэ**ф**ициентов дозы фликера и коэ**ф**ициентов искажения напряжения вместе с максимальным количеством N10m операций переклочения за период времени 10 мин и максимальным количеством опе­ рацийпереключениязапериодвремени120 мин.

Процедура оценки (см. рисуног В.2) позволяет на основе вычисленного шагового коэффициента дозы фгы- кера и коэффициента искажения напряжения ра**с**читать дозу фликера и изменения напряжения, вызванные операциями переключения для любой конкретной площадки. Процедура оценки применима как для одиночных ВЭУ. такидлягруппыветровыхусга-ювок.

В.ЗВзвешиваниезначенийдозыфликера

Пример, приведе**н**ый ниже, и**л**юстрирует процедуру взвешивания значений дозы фликера, используе­ мую в настоящем стандарте для получения коэ**ф**ициентов дозы фликера с (у\*. v4). с**о**тветствующих четырем различным распределениям скоростей ветра. В настоящем подразделе определение коэффициента дозы фли­

кера проведено только для фазового угла полного сопротивления сети у\* = 50”. Аналогично проводят расчеты длядругихзначенийфазовогоуглатолногосопротивлениясети—30\*. 70\* и85\*.

Но рисуIко В.З представлен набор иэморо'а'ых эхо’юний коэ**ф**ициента дозы фликера *о* (у\*) о зависимо стиотскоростиветрадляфазовогоутлаполногосопротивлениясетиу\* = 50\*.

Кмвф|им«атОМЫфМЬМ

16

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| г |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | ■ | 1 | ■ | | « |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | ф •  ■•" | •  . iff | |  | • |  |
|  |  |  |  |  |  | 1 | 1 | *§4* |  | ■• - | * ■ |  |  |
|  |  |  |  |  |  | 1 | р• ■ |  | > ■ |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | *>* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | ■ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

14

1

ю

«

е

4

*г*

и1г 3 4 5в *7* в 0 10И13 13 141S« 17

Сирость мтр\*. «Л

## Рисунок8.3 — Зависимостьизмере**н**ыхзначенийкоэ**ф**ициентадозы

фликераотскоростиветра

40

ГОСТ Р 54418.21—2011

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значения | коэффициентов | дозы |  | фликера | используют для | определения результирующего |  | значения | коэф­ |
| фициента дозы нижепроцедурой: | фликера с | (у\*, | у») | для | каждого распределения | скоростей ветра а | с**о**тветств**и** | с | приведенной |

## - проводятсистематизациюкоэ**ф**ициентовдозыфликерас(туА) винтервалахскоростейветра1 м/с:

* определяютчислоизмеренийвкаждоминтервалескоростейветра;
* определяютвесовойкоэффициент*w,* вкаждоминтервалескоростейветра;
* определяютвесовуюинтегральнуюфункциюраспределения*Рг(с < х):*

*-* определяют99-йпроценгилькоторыйпредставляетсобойкоэ**ф**ициентдозыфликера*с* (уА. *vA).*

МинимальнаярабочаяскоростьветрадляВЭУвда**н**омпримересоставляет*v^jf,* = 3 м/с. Несколько

измерений, проведенных при скоростях ветра ниже минимальной рабочей скорости ветра и выше 15 м/с. должны

быть исключены. Для определения коэ**ф**ициента дозы фликера с (уА. vA) используют измерения, строго соответ­ ствующиедиапазонуизмеренияскоростейветраотминимальнойрабочейскоростидо15 м/с.

Указа**н**ая процедура олределэния результирующего значения дозы фликера и**л**юстрируется в таблице В.1. гдеприведены:

* интервалыскоростейветра;
* числоизмеренийвкаждоминтервале.
* относительные частоты повторения значений коэ**ф**ициента дозы фликера для г-го интервала скоростей ветра/т*,* ираспределенияРелея*fy ,* длясреднегодовыхскоростейветраv4 = 6; 7.5; 8.5:10 м/с.

Таблица В.1 — Число измерений *Nm ,* и частоты появления значений *(т* , и /у, для каждого интервала скоростейветравдиапазонеотминимальнойрабочейскоростиветрадо15 м/с

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Интервалы скоростейветра, м/с | Числ» измерений*Nm* , |  | V,\*  вм/с | *К,* \*  7.5 м/с | Vr\*  8.5 м/с | 10 м/с |
| 3 — < 4 | 3 0 | 5.38 | 11.64 | 8.21 | 6.64 | 4.98 |
| 4 — < 5 | 3 6 | 6.45 | 12.57 | 9.44 | 7.83 | 6.02 |
| 5 —<6 | 45 | 8.06 | 12.37 | 10.04 | 8.59 | 6.80 |
| в— < 7 | 3 3 | 5.91 | 11.26 | 10.04 | 8.91 | 7.32 |
| 7 —<8 | 42 | 7.53 | 9.58 | 9.53 | 8.83 | 7.56 |
| со I  л  (О | 33 | 5.91 | 7.67 | 8.65 | 8.41 | 7.56 |
| 9 —< 10 | 33 | 5.91 | 5.60 | 7.52 | 7.74 | 7.34 |
| 10 —< 11 | 69 | 12.37 | 4.15 | 6.29 | 6.88 | 6,93 |
| 11 —< 12 | 87 | 15.59 | 2.62 | 5.07 | 5.94 | 6.39 |
| 12 —< 13 | 60 | 10.75 | 1.82 | 3.95 | 4.97 | 5.75 |
| 13 —< 14 | 45 | 8.06 | 1.11 | 2.97 | 4.05 | 5.07 |
| 14 —< 15 | 45 | 8.06 | 0,65 | 2.16 | 3,21 | 4.37 |
| Общ**е** число*Ыт* | 558 |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Весовой | коэ**ф**ициент w, определяют | как | отношение | частоты | появления | скорости | ветра /у | *,* | к | относитель­ |
| ной частоте | повторения измере**н**ых коэ**ф**ициентов |  | дозы | фликера *fm\_* | *у* | Ве**о**еые | коэ**ф**ициенты | *щ* |  | для каждого |

интерваласкоростейветраприведенывтаблицеВ*2.*

41

ГОСТ Р 54418.21—2011

## Таблица В.2 — Весовыекоэ**ф**ициентыtv, длякаждогоинтерваласкоростейветра

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Интервалы скоростейветра, м/с | *”.*  приВм/с | *”,*  при7.S м/с | *”,*  при8.S м/с | *”.*  при10 м/с |
| 3 —<4 | 2.165 | 1.527 | 1.236 | 0.927 |
| 4 —<5 | 1.949 | 1.464 | 1.214 | 0.933 |
| 5 —<6 | 1.533 | 1.245 | 1.065 | 0.843 |
| 6 —<7 | 1.904 | 1.696 | 1.507 | 1.237 |
| 7 —<8 | 1.273 | 1.267 | 1.173 | 1.005 |
| 8 —<9 | 1.297 | 1.462 | 1.423 | 1,278 |
| 9 —< 10 | 0.980 | 1.272 | 1.308 | 1,241 |
| 10 —< 11 | 0.335 | 0.509 | 0.557 | 0.561 |
| 11 —< 12 | 0.181 | 0.325 | 0.381 | 0.410 |
| 12 — < 13 | 0.169 | 0.367 | 0.463 | 0.535 |
| 13 —< 14 | 0.138 | 0.366 | 0.502 | 0.628 |
| 14 — < 1 5 | 0.081 | 0.267 | 0.398 | 0.542 |

Общая су**м**а весовых коэ**ф**ициентов для каждого интервала, умноже**н**ая на число измерений для каж­ догоинтервала, приведенавтабли1.еВ.З.

Таблица В.З - Общая су**м**а весовых коэ**ф**ициентов, умноже**н**ых на число измеренийдлявсехинтерваловскоростейветра

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *v*a. м/с | 6.0 | 7.5 | 8.5 | 10.0 |
| V  2>j *Nm.,*  1.1 | 454.40 | 467.99 | 457.64 | 424.60 |

На следующем этапе расчетсв результаты измерений упорядочивают по коэ**ф**ициентам дозы фликера с (v\*). что и**л**юстрируется в таблице В.4. В верхней строке таблицы В.4 приведены максимальные значения коэ**ф**ициентов дозы фликера *с* (v\*l в диапазоне старостей ветра от 3 м/с до 15 м/с. В качестве максимального значения коэффициента дозы фликера с (цг\*) принимают 100-й процентиль. представляющий собой взвешенное значение интегрального распределения *Рг* (с < 11.495) = 1,0. Последующие строки таблицы В.4 получены вычита­ нием весового коэ**ф**ициента для соответствующего результата измерения, представле**н**ого в таблице В.2. раз­ деленногонаобщуюсу**м**увесовыхкоэ**ф**ициентов{таблицаВ.З). изда**н**ыхпредыдущейстроки.

Т аблица В.4 — Взвеше**н**ое ингеральное распределение коэ**ф**ициентов дозы фликера *Рг* (с < х) для каждого распределенияскоростейветра

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сортирова**н**ые коэ**ф**ициентыдозы фликера | С**о**тветствующая скоростьветра, м/с | *Рг (е* < *я)*  при8 м/с | *Рг (е* < *я)*  при7,5 м/с | *Рг (с < я)*  прив.5 м/с | *Ре (е < х)*  при10 м/с |
| 11.495 | 13,4 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| 11.379 | 134 | 0.9997 | 0.9992 | 0.9989 | 0.9985 |
| 11.298 | 134 | 0.9994 | 0.9984 | 0.9978 | 0.9970 |

42

ГОСТ Р 54418.21—2011

*Окончание таблиц*ы *В. 4*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сортиравенные коэффициенты дозы фликера | Соответсоующая скорость еетра. м/с | *Рг (с < х)*  при в М/С | *Рг (с < х)*  при 7.6 м/с | *Pt* fc < *я)*  при в.5 м/с | *Рг (*с < *х)*  при 10 м/с |
| 10.584 | 146 | 0.9991 | 0.9976 | 0.9967 | 0.9956 |
| 10.472 | 119 | 0.9989 | 0.9971 | 0.9958 | 0.9943 |
| 10.444 | 146 | 0.9985 | 0.9964 | 0.9950 | 0.9933 |
| 10.418 | 119 | 0.9983 | 0.99S8 | 0.9941 | 0.9920 |
| 10.418 | 103 | 0.9979 | 0.9951 | 0.9933 | 0.9911 |
| 10.384 | 146 | 0.9972 | 0.9940 | 0.9921 | 0.9898 |
| 10.308 | 146 | 0.9970 | 0.9935 | 0.9912 | 0.9885 |
| 10.286 | 103 | 0.9968 | 0.9929 | 0.9903 | 0.9872 |
| 10.280 | 119 | 0.9961 | 0.9918 | 0.9891 | 0.9859 |
| 10.104 | 103 | 0.9957 | 0.9911 | 0.9883 | 0.9849 |
| 10.059 | 142 | 0.9950 | 0.9900 | 0.9871 | 0.9836 |
| 9.931 | 142 | 0.9948 | 0.9894 | 0.9862 | 0.9823 |
|  |  |  | • |  |  |
| 8.882 | 129 | 0.9906 | 0.9788 | 0.9713 | 0.9620 |
| 8.858 | 129 | 0.9902 | 0.9780 | 0.9703 | 0.9608 |
| 8.846 | 121 | 0.9898 | 0.9772 | 0.9693 | 0.9595 |
| 8.836 | 113 | 0.9895 | 0.9765 | 0.9683 | 0.9582 |
| 8.831 | 12.1 | 0.9891 | 0.9758 | 0.9674 | 0.9573 |

## В таблице В.4 жирным шрифтом обозначены с**о**тветствующие 99-е процентили. представляющие собой

коэ**ф**ициенты дозы фликера с (у\*. ve) для фазового угла полного сопротивления сети 50". которые указывают в отчетеобиспытаниях, чтои**л**юстрируетсявтаблицеВ.5.

Таблица В.5 — Результирующийкоэ**ф**ициентдозыфликерапринепрерывнойработеВЭУ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| V,- фвд | 30\* | 50- | 70\* | 85\* |
| *чЛ.* м/с | Коэффициент дозы фликера | | | |
| 6.0 |  | 8.9 |  |  |
| 7.5 |  | 10.1 |  |  |
| 8.5 |  | 10.3 |  |  |
| 10.0 |  | 10.4 |  |  |

43

ГОСТ Р 54418.21—2011

## Установле**н**ые коэ**ф**ициенты лозы фликера являются 99-ми процентилями значений в интервале скоро­ стей ветра от минимальной рабочей скорости ветра до 15 м/с. При этом нет необходимости ра**с**матривать весь интервалскоростейветра.

Неопределенность измерений обусловле**н**ая учетом ограниче**н**ого интервала скоростей ветра, рассмот­ ренавтаблицеВ.6.

В первых трех строках таблицы В.6 на основе интегральных функций распределения Рвлвя рассчитана вероятность того, что скорость ветра будет ниже 3 м/с. в пределах установле**н**ого интервала измерений от 3 до 15 м/сивыше15 м/с.

В лучшем случае все коэ**ф**ициенты дозы фликера, не входящие в интервал измерений, не превышают 99-

го процентиля мувариантупроцентилявтаблице6.6.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| в |  | ттервале | измерений. | В | да**н**ом |
|  | случае | все | коэ**ф**ициенты | дозы | фликера |

В худшем

99-й лроценгиль

ту процентиля

случае найде**н**ый лроцектиль фактически с**о**тветствует лучше­

в интервале скоростей ветра свыше 15 м/с превышают случае найде**н**ый процентиль с**о**тветствует худшему вариан­

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| в | интервале | измерений. | В | данном |
| в | таблице | В.6. | Фактическое | п |

роцентное соотношение найде**н**ого процентиля является весьма

неточным для распределений скоростей ветра с высокими значениями средних годовых схоростей ветра. Данная

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| уменьшена | до | любого | требуемого |
| 15 | м/с. | Однако, | это. |

неопределенность измерений может быть верхней границы интервала измерений выше времяиспытаний, атакжестоимостьизмерений.

Таблица В.6 — Вероятностиипроцентилидляразличныхскоростейветра

уровня с помощью перемещения зачастую, значительно увеличивает требуемое

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| V\*. м/с | 6.0 | 7.5 | 8.5 | 10.0 |
| *Рг* (V <3 М/С). % | 17,8 | 11.8 | 9.3 | 6.8 |
| Рг(Зм/с< у<15м/с),% | 81.4 | 83,9 | 82.0 | 76.1 |
| *Pr(v>* 15 м/с). % | 0.7 | 4.3 | 8.7 | 17.1 |
| Лучшийвариантпроцентиля, % | 99.2 | 99.2 | 99.2 | 99.2 |
| Худшийвариантпроцентиля, % | 98.4 | 94.8 | 90.5 | 82.2 |
| Примечание — В первых грех строках приведены вероятности нахождения скорости ветра ниже, выше или в пределах указа**н**ого интервала измерений от 3 до 15 м/с. Исходя из да**н**ых вероятностей, возмож­ ныеинтервалыфактическиизмере**н**ыхпроцвитилейприведенывдвухпоследнихстроках. | | | | |

В.4 Объяснениепонятий В.4.1 Коэ**ф**ициьшдозыыликьрь

Моделируемое значение дозы фликера *Ри\_* ж зависит от мощности короткого замыкания расчетной сети S4 fc и фазового угла полного сопротивления сети цг\*. Доза фликера Р4| № приблизительно обратно пропорцио­ нальна S\*. де. тогда как отношение между *Ри* ^ и у\* зависит от типа ВЭУ. Следовательно, коэ**ф**ициент дозы фликерас(у\*) изначение*Ри\_* ^ связаныдругсдругомзависимостью

гдеS„ — номинальнаяполнаямощностьВЭУ.

Поэтому, коэффициентдозыфликерас(у\*) равен

В.4.2 Шаговыйкоэ**ф**ициентдозыфликера

*Рим* = c<v\*) S\* йе ’

S\* *нс Sn*

(В.1)

## (В.2)

Аналитический метод определения кратковреме**н**ой дозы фликера на основе характеристики изменения напряжения и коэ**ф**ициента приведения установлен в *ГОСТ Р* 513/7.3.3. Коэ**ф**ициент приведения для ступен­ чатых изменений напряжения paeei- единице. Да**н**ый метод используется для определения шагового коэ**ф**и­

циента дозы фликера *к(* (уА) в настоящем стандарте. Шаговый коэ**ф**ициент дозы фликера определяется так. чтобы его можно было в дальнейшем использовать в вычислениях эквивалентного шага напряжения, величина

дозы фликера которого с**о**тветствует величине дозы фликера при операц**и** переключения. Для этого использу­ ютформулу

44

ГОСТ Р 54418.21—2011

## где— эквивалентныйшагнапряжения. % номинальногонапряжения.

*&П\Я1* (Vie) ■З2— ЮО.

\*\*.йе

## (В.З)

Наосновеаналитическогометода, установле**н**ого8 ГОСТ*Р* 5*1317.3.3,* значениеэквивалентногошагана­ пряжения*dmax* позволяетопределит» времявосприятияфликера*1(*

*If* = 2.3 • tfmai3,2- (В-4)

## Дал**е** сиспользованиемзначениявременивосприятияфликераопределяютзначениекратковременной дозыфликерапоформуле

*St.tSC* (В.5)

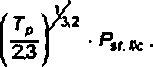
## гдеГр— периоднаблюдения.

Приодиночномвременивосприятияфликера*t,* кратковреме**н**аядозафликера*Рм* Лравна

\*\* бг ^ *'р* (В.6)

## поформуле

Сиспользованиемда**н**огорезультаташаговыйкоэ**ф**ициентдозыфликераМу\*) можетбытьопределен

В\*л

Mv\*) = 100- S„

## <В.7)

Времянаблюдения*Тр в* (В.7) гредставляетсобойдлитегъностъмоделируемоговреме**н**огоряда. с.

8.4.3 Коэ**ф**ициентизменениянапряжения

Относительное изменение напряжения Ли. вызва**н**ое операцией переключения ВЭУ. зависит от мощности короткого замыкания расчетной сети S\* Л и фазового утла полного сопротивления сети у\*. Значение Ли лрибгы- зигельно обратно пропорционально S\* тогда как отношение между Д„ и у\* обусловлено техническими особен­ ностямиВЭУ. Следовательно, коэ**ф**ициентизменениянапряжения*ки* (ту\*) определяетсяпоформуле

Ди \* Mv\*>- *\_$п\_*

*S\*.fK*

## <В.8)

Коэ**ф**ициентизменениянапряженияможноопределить, подставл**я** (В.8) моделирова**н**оеизменение напряжениявсети, имеющеймощностькороткогозамыканиярасчетнойсети5Д,

(В.9)

где (Лк.тах и Уде. тм — с**о**тветстве**н**о максимальное и минимальное значения моделирова**н**ого изменения линейногонапряжения*uK(l)* врасчетнойсети.

45

ГОСТ Р 54418.21—2011

## ПриложениеС (справочное)

Измерение напряжения, активной и реактивной мощности

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| В | настоящем | приложен**и** | приведены | рекомендации | по | порядку вычисления | напряжения, | активной |  | и реак­ |
| тивной мощности, |  | активного и | реактивного | тока | для | прямой последовательности | основной | частоты | с | использова­ |

## ниемрезультатовизмерениямгнове**н**ыхзначенийнапряженийитоков.

Основание для представления мощности, тока и напряжения их прямым последовательностям основной частоты состоит в том, что такое представление обеспечивает четкое определение количестве**н**ых значений, что особе**н**о важно для случая несимметричной энергетической системы. Кроме того, необходимо учитывать следу­ ющиеобстоятельства:

1. прямая последовательность основной частоты создает крутящий момент вращающихся машин. Обрат­ наяпоследовательностьигармони»» вызываютпотери:
2. во многих случаях устанавливают реактивный ток вместо реактивной мощности. С использованием пря­ мой последовательности основной частоты может быть определена реактивная составляющая тока в явной фор­ ме. Тожесамоеотноситсякопределениюкоэ**ф**ициентамощности:
3. многие модели энергегичестих систем используют только прямую последовэтегъность основной частоты. Поэтому, для упрощения проверки гроце**с**ов моделирования, измерения должны быть представлены аналогич­ нымобразом.

Для измерения напряжений и токов прямой последовательности основной частоты необходим многока­ нальный регистратор да**н**ых с высокой частотой выборки (как правило, не мен**е** 2 кГц на канал). Аналоговый фильтр, исключающий паразитное наложение спектров (фильтр низких частот), должен иметь ту же частотную характеристику на всех входах напряжения и тока во избежание фазовых ошибок. Бол**е** того, при рабочей часто­ те погрешность определения амплитуд, обусловле**н**ая фильтром, исключающим паразитное наложение спект­ ров. должнабытьпренебрежимомала.

После измерения фазных напряжений и токов следует вначале вычислить коэ**ф**ициенты Фурье основной гармоники за один период *Т* (приведе**н**ая формула применима для напряжения *и„* фазы а; другие фазные напряженияитокивычисляютподобнымжеобразом):

 (С.1)

и в ли=у /ов(08«(2я^)Л. (С-2)

## где*f\* — частотаосновнойгармоники.

Действующ**е** значениефазоэогонапряженияосновнойчастотыопределяютпоформуле

(С.З)

формулам:

Векторные компоненты напряжения и тока прямой последовательности основной частоты вычисляют по

 (С.4)

 (С.5)

(С.б)



Активнаяиреактивнаямощностипрямойпоследовательностиосновнойчастотыравныс**о**тветстве**н**о:



46

## (С.7)

(С.8)

ГОСТ Р 54418.21—2011

8 2 (ui> ем’1\*,м" {С.9)

## Адействующ**е** значениемвждуфазногонапряженияпрямойпоследовательностиосновнойчастотыравно

Ц. = + <». )■ (С.10)

Действующиезначенияактивныхиреактивныхтоковпрямойпоследовательностиосновнойчастотыравны с**о**тветстве**н**о:

|  |  |
| --- | --- |
| / р«- | (С.11) |
| , - '°" - *Ж'* | (С.12) |

Коэ**ф**ициентмощностипрямойпоследовательностиосновнойчастотыравен

сов<р,. *Р..*

## (С.13)

Данные вычисления могут быть проведены с помощью програ**м**ы табличных вычислений или специаль­ ной компьютерной програ**м**ы. Новыз значения реактивной и активной мощностей должны быть вычислены, как минимум, одинразвтечениекаждоюбазовогопериодасиспользованиемпоследнихрезультатовизмерений.

47

ГОСТ Р 54418.21—2011

## ПриложениеДА (справочное)

ТаблицаДА.1

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначениессылочного национальногостандарта РоссийскойФедерац**и** | Степень со>гве»-  стаия | Обозначениеинаименование **с**ылочногомеждународногостандарта |
| ГОСТРИСО9000 — 2008 | ЮТ | ИСО 9000:2005 «Системы менеджмента качества. Основные поло­ женияисловарь» |
| ГОСТРИСО/МЭК17025—2006 | ЮТ | ИСО/МЭК 17025:2005 «Общие требования к компетентности ислы- татвгъныхикалибровочныхлабораторий» |
| ГОСТР51237—98 | — | в |
| ГОСТР1983 — 2001 | — | в |
| ГОСТР7746 — 2001 | — | в |
| ГОСТР51317.3.3 — 2008 (МЭК61000\*3-3:2005) | MOD | МЭК 61000-3-32005 «Электромагнитная совместимость. Часть 3-3:  Пределы. Ограничение пульсаций напряжения и мерцания в низко­ вольтных ко**м**унальных системах литания для оборудования с но­ минальным током не бол**е** 16 А на фазу и не подвергаемого обус­ ловле**н**омусоединению» |
| ГОСТР51317.3.12 — 2006 (МЭК61000\*3\*12:2004) | MOD | МЭК 61000-3-12:2004 «Электромагнитная совместимость. Часть 3. Пределы. Раздел 12. Пределы. Пределы для гармоничных токов, генерируемых оборудованием, связа**н**ым с бытовыми низковольт­ ными системами с входным током 16 А и меньше или равным 75 А нафазу» |
| ГОСТР51317.4.7 — 2008 (МЭК61000-4-7:2003) | MOD | МЭК 61000-4-7:2008 «Электромагнитная совместимость. Часть 4-7.  Методики испытаний и измерений. Общ**е** руководство по измере­ ниям и приборам для измерения гармоник и промежуточных гар­ моник для систем энергоснабжения и связа**н**ого с ним оборудова­ ния» |
| ГОСТР51317.4.15—99 (МЭК61000-4-15 — 97) | MOD | МЭК 61000-4-15:1997 «Электромагнитная совместимость. Часть 4. Методики испытаний и измерений. Раздел 15. Фликерметр. Техни­ ческиеусловиянафункциональныехарактеристикииконструкцию» |
| ГОСТР51317.4.30 — 2008 (МЭК61000-4-30:2006) | MOD | МЭК 61000-4-30:2008 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-30. Техника испытаний и измерений. Методы измерений показателейкачестваэлектрическойэнерг**и**» |
| ГОСТ30372 — 95/ ГОСТР50397—92 | NEO | МЭК 60050-161:1990 «Международный электротехнический словарь. Глава161: Электромагнитнаясовместимость» |
| ' С**о**тветствующиймеждународныйстандартотсутствует. |  |  |
| Приме ча ние — Внастоящейтаблицеиспользованыследующиеусловныеобозначениястепени с**о**тветствиястандартов:  ЮТ—идентичныестандарты; MOD — модифицирова**н**ыестандарты; NEO —неэквивалентныестандарты. | | |

48

ГОСТ Р 54418.21—2011

Библиография

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| [1] МЭК60050-161:1990 | | Международныйэлектротехническийсловарь. Глава161: Электромагнитнаясо­ | | | | |  | | | | |
|  | | вместимость | | | | |
| [2J МЭК61400-12-1:2005 | | Системытурбогенераторныеветровые. Часть12-1. Измеренияхарактеристик | | | | |
|  | | мощностиветровыхтурбиндляпроизводстваэлектроэнерг**и** | | | | |
| [3] МЭК62008:2005 | | Рабочиехарактеристикииметодыкалибровкисистемсборацифровыхда**н**ых | | | | |
|  | | ис**о**тветствующ**е** програ**м**ноеобеспечение | | | | |
| [4] МЭЮТО61000-3-6:2008 | | Электромагнитная совместимость. Часть 3-6. | | | | | Пределы. |  | Оценка | пределов | излу­ |
|  | | чения для подсоединения искажающих | | | | | установок | к |  | энергетическим | системам |
|  | | среднегоивысокогоисверхвысокогонапряжения | | | | |  |  |  |  |  |
| [5] | МЭЮТО61000-3-7:2008 | Электромагнитная |  | совместимость. | Часть | 3-7. | Пределы. | Оценка | | пределов | излу­ |
|  |  | чения | для | подсоединения |  | знакопереме**н**ых | установок | к | | энергетическим | систе­ |

## мамсреднегоивысокогоисверхвысокогонапряжения

49

ГОСТ Р 54418.21—2011

УДК 621.396/.397.4:006.354 ОКС 27.180 Э02

Ключевые слова: ветроэлектрическая установка, электрическая энергия, электрическая сеть, качество электрической энергии, электромагнитная совместимость, гармоники напряжения и тока, активная мощ- ность. реактивная мощность, время повторного подключения, точка общего присоединения

50

РедакторЕ. *В. Вахрушева* Техническийредактор*В. Н. Прусакова* Ко**р**ектор*Н. И. Гэврищук* Компьютернаяверстка*3. И. Мартыновой*

**Слано в набор 1S.05.20l2. Подписано в печать 12.07 2012. Формат 60х64'/а. Бумага офсетная. Гарнитура Лриал.**

**Печать офсетная Уел. печ. л. 6.51. Уч -над. л. 6.00. Тираж 104 эм. Зак. 663.**

**ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ». 123965 Москва. Гранатный пер.. 4.** [**www.gostinfo.fu**](http://www.gostinfo.fu/) [**mlo@gostmto.ru**](mailto:mlo@gostmto.ru)

**Набрано и отпечатано а Калужской типографии стандартов. 248021 Калуга, уп. Московская. 256.**