ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**ГОСТ IEC 61557-12-2015**

# Сети электрические распределительные низковольтные напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Электробезопасность. Аппаратура для испытания, измерения или контроля средств защиты.

## Часть 12

# УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК (PMD)

# Сеткі электрычныя размеркавальныя нізкавольтныя напружаннем да 1000 В пераменнага току і 1500 В пастаяннага току. Электрабяспека. Апаратура для выпрабавання, вымярэння або кантролю сродкаў засцярогі.

## Частка 12

# УСТРОЙСТВЫ ДЛЯ ВЫМЯРЭННЯ І КАНТРОЛЮ РАБОЧЫХ ХАРАКТАРЫСТЫК (PMD)

(IEC 61557-12:2007, IDT)

Издание официальное

Госстандарт
Минск

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации (EACC) представляет собой региональное объединение национальных органов по стандартизации государств, входящих в Содружество Независимых Государств. В дальнейшем возможно вступление в EACC национальных органов по стандартизации других государств.

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

**Сведения о стандарте**

1 ПОДГОТОВЛЕН научно-производственным республиканским унитарным предприятием «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС)

2 ВНЕСЕН Госстандартом Республики Беларусь

3 ПРИНЯТ Евразийским советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 75-П от 27 февраля 2015 г.)

За принятие стандарта проголосовали:

| Краткое наименование страны по МК (ISO 3166) 004–97 | Код страны по МК (ISO 3166) 004–97 | Сокращенное наименование национального органа по стандартизации |
|---|---|---|
| Армения | AM | Минэкономики Республики Армения |
| Беларусь | BY | Госстандарт Республики Беларусь |
| Казахстан | KZ | Госстандарт Республики Казахстан |
| Кыргызстан | KG | Кыргызстандарт |
| Молдова | MD | Молдова-Стандарт |
| Таджикистан | TJ | Таджикстандарт |
| Узбекистан | UZ | Узстандарт |
| Украина | UA | Госпотребстандарт Украины |

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 61557-12:2007 Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. - Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures - Part 12: Performance measuring and monitoring devices (PMD) (Электрическая безопасность в низковольтных распределительных системах до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Оборудование для испытания, измерения или контроля защитных устройств. Часть 12. Устройства для измерения и контроля эксплуатационных характеристик (PMD)).

Международный стандарт разработан техническим комитетом ISO/IEC 85 «Оборудование для измерения электрических и электромагнитных величин» Международной электротехнической комиссии (IEC).

Перевод с английского языка (en).

Официальные экземпляры международных стандартов, на основе которых подготовлен настоящий межгосударственный стандарт и на которые даны ссылки, имеются в Госстандарте Республики Беларусь.

В разделе «Нормативные ссылки» и тексте стандарта ссылки на международные стандарты актуализированы.

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

Степень соответствия – идентичная (IDT).

© Госстандарт, 2016

Настоящий стандарт не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта Республики Беларусь

5 Введен в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 25 мая 2015 г. № 29 непосредственно в качестве государственного стандарта Республики Беларусь с 1 марта 2016 г.

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных (государственных) стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных (государственных) органов по стандартизации.*

## Содержание

1 Область применения ..... 1
2 Нормативные ссылки ..... 2
3 Термины и определения ..... 3
4 Требования ..... 9
5 Маркировка и руководство по эксплуатации ..... 38
6 Испытания ..... 40
Приложение А (справочное) Определение электрических параметров ..... 48
Приложение В (обязательное) Определения минимального, максимального, пикового значений и значений потребления ..... 51
Приложение С (справочное) Основная погрешность, погрешность в рабочих условиях и общая погрешность системы ..... 53
Приложение D (справочное) Рекомендованные классы датчиков для различных видов PMD ..... 54
Приложение Е (обязательное) Требования, установленные к PMD и PMD-A ..... 57
Библиография ..... 58
Приложение Д.А (справочное) Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам ..... 60

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

# Сети электрические распределительные низковольтные напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Электробезопасность. Аппаратура для испытания, измерения или контроля средств защиты Часть 12 УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК (PMD)

# Сеткі электрычныя размеркавальныя нізкавольтныя напружаннем да 1000 В пераменнага току і 1500 В пастаяннага току. Электрабяспека. Апаратура для выпрабавання, вымярэння або кантролю сродкаў засцярогі Частка 12 УСТРОЙСТВЫ ДЛЯ ВЫМЯРЭННЯ І КАНТРОЛЮ РАБОЧЫХ ХАРАКТАРЫСТЫК (PMD)

Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures Part 12 Performance measuring and monitoring devices (PMD)

**Дата введения 2016-03-01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к комбинированным устройствам для измерения и контроля рабочих характеристик (PMD) электрических параметров в распределительных системах. Данные требования также определяют эксплуатационные характеристики в одно- и трехфазных системах переменного или постоянного тока с номинальным напряжением до 1000 В переменного тока или до 1500 В постоянного тока.

Данные устройства являются стационарными или передвижными и предназначены для использования в помещении и/или вне помещения. Настоящий стандарт не распространяется на:

- аппаратуру для электрических измерений, которая соответствует требованиям IEC 62053-21, IEC 62053-22 и IEC 62053-23. Тем не менее, приведенная в настоящем стандарте погрешность для измерения активной и реактивной энергии является производной от тех, которые определены в стандартах серии IEC 62053.
- единичное реле переключения или контроля.

Настоящий стандарт предназначен для использования совместно с IEC 61557-1 (если не указано иное), который устанавливает общие требования к аппаратуре для измерения и контроля, в соответствии с требованиями IEC 60364-6.

Стандарт не распространяется на измерения и контроль электрических параметров, определенных в частях 2 и 9 IEC 61557 или IEC 62020.

Комбинированные устройства для измерения и контроля рабочих характеристик (PMD), как определено в настоящем стандарте, предоставляют дополнительную информацию по безопасности, которая позволяет контролировать установку и повышает производительность распределенных систем. Например, данные устройства предоставляют гарантию того, что уровень гармоник соответствует системе электропроводки в соответствии с требованиями IEC 60364-5-52.

Комбинированные устройства для измерения и контроля рабочих характеристик (PMD) электрических параметров, приведенные в настоящем стандарте используются для общего промышленного и коммерческого применения. PMD-A является специфическим PMD класса A в соответствии с требованиями IEC 61000-4-30 и может использоваться в приложениях «оценки качества электроэнергии».

Издание официальное

Примечание 1 – Обычно такие типы устройств используются в следующих случаях или для общего применения:

- регулирование потребления энергии внутри установки;
- контроль и/или измерение требуемых или типичных электрических параметров;
- измерение и/или контроль качества энергии.

Примечание 2 – Устройство для измерения и контроля электрических параметров обычно состоит из нескольких функциональных модулей. В одном устройстве объединены все или некоторые функциональные модули. Примеры функциональных модулей приведены ниже:

- качество электроэнергии (гармоники, перенапряжение/посадка напряжения, провалы и выбросы напряжения, и т. д.).
- измерение и индикация нескольких электрических параметров одновременно;
- измерение и/или контроль энергии, а также иногда соответствие аспектам строительных норм и правил;
- функции аварийной сигнализации;

## 2 Нормативные ссылки

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

IEC 60068-2-1:2007 Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold (Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-1. Испытания. Испытание А. Холод)

IEC 60068-2-2:2007 Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat (Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-2. Испытания. Испытания В. Сухое тепло)

IEC 60068-2-30:2005 Environmental testing – Part 2-30 – Tests –Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle) (Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-30. Испытания. Испытание Db: Влажное тепло, циклическое (цикл 12 ч + 12 ч))

IEC 60364-6:2006 Low-voltage electrical installations – Part 6: Verification (Электроустановки низковольтные. Часть 6. Проверка)

IEC 60529:2013 Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) (Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP))

IEC 61000-4-5:2014 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test. (Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 4-5. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к импульсам перенапряжения)

IEC 61000-4-15:2010 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 15: Flickermeter – Functional and design specifications (Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 4-15. Методы испытаний и измерений. Фликер-метр. Функциональные требования и технические нормы на проектирование)

IEC 61000-4-30:2008 [1)] Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods (Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 4-30. Методы испытаний и измерений. Методы измерений качества электроэнергии)

IEC 61010 (all parts) Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use (Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования)

IEC 61010-1:2010 [2)] Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements (Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования)

IEC 61326-1:2012 [3)] Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 1: General requirements (Оборудование электрическое для измерения, управления и лабораторного использования. Требования к электромагнитной совместимости. Часть 1. Общие требования)

IEC 61557-1:2007 Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 1: General requirements (Электрическая безопасность в низковольтных распределительных системах до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Оборудование для испытания, измерения или контроля защитных устройств. Часть 1. Общие требования)

---

[1)] Действует взамен IEC 61000-4-30:2003.
[2)] Действует взамен IEC 61010-1:2001.
[3)] Действует взамен IEC 61326-1:2005.

IEC 62053-21:2003 Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 21: Static meters for active energy (classes 1 and 2) (Оборудование для измерения электрической энергии (переменного тока). Дополнительные требования. Часть 21. Статические измерители потребляемой энергии (классы 1 и 2))

IEC 62053-22:2003 Electricity metering equipment (a.c.) – Particular Requirements – Part 22: Static meters for active energy (classes 0,2 S and 0,5 S) (Оборудование для измерения электрической энергии (переменного тока). Дополнительные требования. Часть 22. Статические измерители потребляемой энергии (классы 0,2 S и 0,5 S))

IEC 62053-23:2003 Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 23: Static meters for reactive energy (classes 2 and 3) (Оборудование для измерения электрической энергии (переменного тока). Дополнительные требования. Часть 23. Статические измерители реактивной энергии (классы 2 и 3))

IEC 62053-31:1998 Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 31: Pulse output devices for electromechanical and electronic meters (two wires only) (Оборудование для измерения электрической энергии (переменного тока). Дополнительные требования. Часть 31. Выходные импульсные устройства для электромеханических и электронных счетчиков (только двухпроводные))

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют термины и определения по IEC 61557-1, если иное не предусмотрено в настоящем стандарте, а также следующие термины с соответствующими определениями:

### 3.1 Общие термины

3.1.1 **устройство измерения и контроля рабочих характеристик** (performance measuring and monitoring device) **PMD**: Набор нескольких функциональных модулей в одном или нескольких устройствах, предназначенных для измерения и контроля электрических параметров в системах распределения энергии или электрических установках. PMD могут использоваться в сочетании с датчиками (см. 4.3).

PMD, которое соответствует классу B, как определено в IEC 61000-4-30, также попадает под это определение.

Примечание 1 – Под термином «контроль» также понимают функции записи, управления сигнализацией и т. д.

Примечание 2 – Эти устройства могут включать функции качества электроэнергии.

3.1.2 **PMD-A:** PMD, в котором все функции оценки качества электроэнергии соответствуют методам измерения и требованиям к эксплуатационным характеристикам в соответствии с классом A по IEC 61000-4-30, а также дополнительным требованиям (по безопасности, ЭМС, диапазону температур, дополнительным влияющим величинам и т. д.) настоящего стандарта.

Примечание – Если данное устройство используется для проверки соответствия соглашению о соединении с сетью оператора, оно должно быть установлено в точке подключения между установкой и сетью.

3.1.3 **функции оценки качества электроэнергии** (power quality assessment functions): Функции качества электроэнергии, метод измерения которых определен в IEC 61000-4-30.

3.1.4 **установленный внешний датчик** (specified external sensor): Датчик, который выбран таким образом, чтобы при подсоединении к PMD без датчиков, класс рабочих характеристик системы соответствовал 4.4.2.

3.1.5 **датчик тока** (current sensor) **CS**: Электрическое, магнитное, оптическое или иное устройство, предназначенное для передачи сигнала, соответствующего току, протекающему через первичную цепь этого устройства.

Примечание – Трансформатор тока (CT) в общем случае является датчиком потока магнитной индукции.

3.1.6 **выходное напряжение блока питания** (compliance voltage): Значение напряжения, которое может быть создано на выходе генератора тока в соответствии с требованием к технической характеристике погрешности для этого выхода.

Примечание – Данное определение применимо к аналоговым выходным сигналам силы тока.

3.1.7 **датчик напряжения** (voltage sensor) **VS**: Электрическое, магнитное, оптическое или иное устройство, предназначенное для передачи сигнала, соответствующего напряжению на зажимах первичной обмотки этого устройства.

Примечание – Трансформатор напряжения (VT) в общем случае является магнитным датчиком напряжения.

3.1.8 **PMD с автономным питанием** (self-powered PMD): Аппаратура, способная работать без вспомогательного источника питания.

Примечание 1 – В PMD с автономным питанием не предусмотрены зажимы источника питания.

Примечание 2 – PMD с автономным питанием включает в себя аппаратуру, которая запитывается от измерительных входов, основных батарей или других основных источников питания (основных фотоэлектрических источников и т. д.).

3.1.9 **вспомогательный источник питания** (auxiliary power supply): Внешний источник питания переменного или постоянного тока, который питает PMD через специальные зажимы, отделенные от измерительных входов PMD.

**3.2 Определения, касающиеся погрешности и рабочих характеристик**

3.2.1 **нормальные условия** (reference conditions): Определенная совокупность установленных значений и/или диапазонов значений влияющих величин, при которых задаются наименьшие допустимые погрешности измерительного прибора.

Примечание – Диапазоны, установленные для нормальных условий, называемые нормальными диапазонами, не шире, а, как правило, уже, чем диапазоны, установленные для номинальных рабочих условий применения.

[IEC 60359, определение 3.3.10]

3.2.2 **основная погрешность** (intrinsic uncertainty): Погрешность измерительного прибора при нормальных условиях применения. В настоящем стандарте это процент от измеренного значения, определенного в его номинальном диапазоне, и с другими величинами влияния при нормальных условиях, если не указано иное.

[IEC 60359, определение 3.2.10, модифицировано]

3.2.3 **влияющая величина** (influence quantity): Величина, не являющаяся объектом измерения, но влияющая на значение измеряемой величины или показания измерительной аппаратуры.

Примечание 1 – Влияющие величины могут создаваться измеряемой системой, измерительной аппаратурой или окружающей средой [IEV].

Примечание 2 – Поскольку калибровочный график зависит от влияющих величин, для того, чтобы определить результат измерения, необходимо знать, лежат ли соответствующие влияющие величины в пределах установленного диапазона [IEV].

[IEC 60359, определение 3.1.14, модифицировано]

3.2.4 **отклонения (обусловленные отдельной влияющей величиной)** (variation (due to a single influence quantity): Разница между значением, измеренным при нормальных условиях, и любым значением, измеренным в пределах влияющего диапазона.

Примечание – Другие эксплуатационные характеристики и другие влияющие величины должны оставаться в диапазонах, указанных для нормальных условий.

3.2.5 **(нормированные) рабочие условия применения** ((rated) operating conditions): Совокупность условий, которые должны быть выполнены во время измерения для того, чтобы калибровочный график мог быть действительным.

Примечание – Кроме установленного диапазона измерений и номинальных рабочих условий применения для влияющих величин, условия могут включать в себя установленные диапазоны для других рабочих характеристик и других показаний, которые не могут быть выражены как диапазоны величин.

[IEC 60359, определение 3.3.13]

3.2.6 **погрешность в рабочих условиях** (operating uncertainty): Погрешность в рабочих условиях применения.

Примечание – Инструментальная погрешность в рабочих условиях, как и основная погрешность, не оценивается пользователем прибора, а устанавливается его изготовителем или калибровщиком. Она может быть выражена с помощью алгебраического отношения, включающего основную инструментальную погрешность и значения одной или нескольких влияющих величин, и данное отношение является просто удобным способом выражения совокупности инструментальных погрешностей в различных рабочих условиях применения, а не функциональной зависимостью, используемой для оценки распространения погрешности внутри прибора.

[IEC 60359, определение 3.2.11, модифицировано]

3.2.7 **общая погрешность системы** (overall system uncertainty): Погрешность, в том числе инструментальная погрешность нескольких отдельных инструментов (датчиков, проводов, измерительных приборов и др.), при нормированных рабочих условиях применения.

3.2.8 **класс рабочих характеристик функции** (function performance class): Эксплуатационная характеристика отдельной функции без внешних датчиков, выраженная в процентах, и в зависимости от основной погрешности функции и от отклонений, обусловленных влияющими величинами.

Примечание – В настоящем стандарте класс рабочих характеристик функции обозначается *C*.

3.2.9 **класс рабочих характеристик системы** (system performance class): Эксплуатационная характеристика отдельной функции, включая установленные внешние датчики, выраженная в процентах, и в зависимости от основной погрешности функции и от отклонений, обусловленных влияющими величинами.

Примечание – В настоящем стандарте класс рабочих характеристик системы также обозначается *C*.

3.2.10 **нормированная частота** (rated frequency) $f_n$: Значение частоты, в соответствии с которым указывается соответствующая эксплуатационная характеристика PMD.

Примечание – В IEC 61557-1 $f_n$ обозначается номинальная частота.

3.2.11 **нормированный ток** (rated current) $I_n$: Значение тока, в соответствии с которым указывается соответствующая эксплуатационная характеристика PMD, управляемого внешним датчиком тока (PMD Sx).

[IEV 314-07-02, модифицировано]

Примечание – В IEC 61557-1 $I_n$ обозначается номинальный ток.

3.2.12 **базовый ток** (basic current) $I_b$ : Значение тока, в соответствии с которым указывается соответствующая эксплуатационная характеристика прямого подключения PMD (PMD Dx).

[IEC 62052-11, определение 3.5.1.2, модифицировано]

3.2.13 **пусковой ток** (starting current) $I_{st}$: Наименьшее значение тока, при котором PMD начинает работать и продолжает регистрировать.

[IEC 62052-11, определение 3.5.1.1, модифицировано]

3.2.14 **максимальный ток** (maximum current) $I_{max}$: Наивысшее значение тока, при котором PMD удовлетворяет требованию к погрешности, установленному в настоящем стандарте.

[IEC 62052-11, определение 3.5.2, модифицировано]

3.2.15 **нормированное напряжение** (rated voltage) $U_n$: Значение напряжения, в соответствии с которым указывается соответствующая эксплуатационная характеристика PMD. В зависимости от распределительной системы и ее подсоединения к PMD это напряжение может быть либо межфазным напряжением, либо фазным напряжением.

Примечание – В IEC 61557-1 $U_n$ озбозначается номинальное напряжение.

3.2.16 **номинальное напряжение** (nominal voltage) $U_{nom}$: Значение напряжения, применяемое для обозначения или идентификации системы.

[IEV 601-01-21]

3.2.17 **минимальное напряжение** (minimum voltage) $U_{min}$: Наименьшее значение напряжения, при котором PMD удовлетворяет требованию к погрешности, установленному в настоящем стандарте.

3.2.18 **максимальное напряжение** (maximum voltage) $U_{max}$: Наибольшее значение напряжения, при котором PMD удовлетворяет требованию к погрешности, установленному в настоящем стандарте.

3.2.19 **заявленное входное напряжение** (declared input voltage) $U_{din}$: Значение, полученное из заявленного напряжения питания, используя коэффициент преобразователя.

[IEC 61000-4-30, определение 3.2]

3.2.20 **остаточное напряжение** (residual voltage) $U_{resid}$: Минимальное значение $U$, зарегистрированное во время провала или прерывания напряжения.

Примечание – Остаточное напряжение выражается как значение в вольтах или в процентах, или как значение в относительных единицах по отношению к нормированному напряжению.

[IEC 61000-4-30, определение 3.25, модифицировано]

3.2.21 **значение потребления** (demand value): Среднее значение количества в определенный период времени.

3.2.22 **пиковое значение потребления** (peak demand value): Наибольшее значение (положительное или отрицательное) с момента начала измерения или последней перезагрузки.

3.2.23 **тепловое потребление** (thermal demand): Эмуляция счетчика теплового потребления, которое представляет экспоненциально запаздывающее по времени потребление, обусловленное постоянной нагрузкой, с индикацией 90 % показания фактического потребления в установленное время.

Примечание – Время задается изготовителем, как правило, это 15 мин.

3.2.24 **среднее значение трехфазной системы** (three-phase average value): Среднее арифметическое значений по каждой фазе в трех- или четырехпроводной системе.

3.2.25 **максимальное значение** (maximum value): Наибольшее измеренное или рассчитанное значение с начала измерения или последней перезагрузки.

3.2.26 **минимальное значение** (minimum value): Наименьшее измеренное или рассчитанное значение с начала измерения или последней перезагрузки.

3.2.27 **интервал** (interval): Период времени, используемый PMD для интеграции среднеквадратичных или мгновенных значений для расчета величины электропотребления.

### 3.3 Определения, касающиеся электрических явлений

3.3.1 **фазный ток** (phase current) ***I***: Значение тока, протекающего в каждой фазе электрической распределительной системы.

3.3.2 **ток в нейтрали** (neutral current) $I_N$: Значение тока в нейтрали электрической распределительной системы.

3.3.3 **межфазное напряжение** (phase to phase voltage), **линейное напряжение** (line to line voltage) ***U***: Напряжение между фазами.

[IEV 601-01-29]

3.3.4 **фазное напряжение** (phase to neutral voltage), **напряжение «фаза-нейтраль»** (line to neutral voltage) ***V***: Напряжение между фазой в многофазной системе и нейтралью.

[IEV 601-01-30]

3.3.5 **частота** (frequency) ***f***: Значение измеренных частот в электрической распределительной системе.

3.3.6 **коэффициент мощности** (power factor) ***PF***: При периодических условиях отношение абсолютной величины активной мощности к полной мощности.

Примечание – Данный коэффициент мощности не является коэффициентом реактивной мощности.

[IEV 131-11-46, модифицировано]

3.3.7 **амплитуда гармонического тока** (amplitude of harmonic current) $I_h$: Значение амплитуды тока на частотах гармоник в спектре, полученное из преобразования Фурье функции времени.

3.3.8 **амплитуда гармонического напряжения** (amplitude of harmonic voltage) $U_h$ : Значение амплитуды напряжения на частотах гармоник в спектре, полученное из преобразования Фурье функции времени.

3.3.9 **установившиеся гармоники** (напряжения и тока) (stationary harmonics (voltage and current)): Содержание гармоник сигнала, когда колебание амплитуды каждой составляющей гармоники остается постоянным в пределах ± 0,1 % амплитуды основной гармоники.

3.3.10 **квазиустановившиеся гармоники** (напряжения и тока) (quasi-stationary harmonics (voltage and current)): Содержание гармоник сигнала, когда колебание амплитуды каждой составляющей гармоники каждого окна последовательных 10/12 циклов остается в пределах ± 0,1 % основной гармоники.

3.3.11 **субгармоники** (напряжения и тока) (sub-harmonics (voltage and current): Составляющая интергармоники, порядок гармоники которой ниже первой

Примечание – В настоящем стандарте составляющие субгармоники ограничены рядами обратных целых чисел.

[IEV 551-20-10, модифицировано]

3.3.12 **фликер** (flicker): Ощущение неустойчивости зрительного восприятия, вызванного световым источником, яркость или спектральный состав которого изменяются во времени.

[IEV 161-08-13]

3.3.13 **провал напряжения** (voltage dip): Временное уменьшение напряжения в какой-либо точке электрической распределительной системы ниже порогового значения.

Примечание 1 – Прерывания напряжения являются особым случаем провала напряжения. Отличие прерывания напряжения от провала напряжения может быть установлено последующей обработкой результатов измерений.

Примечание 2 – В некоторых регионах мира провал напряжения называют падением. Эти два термина считаются взаимозаменяемыми, однако в настоящем стандарте будет использоваться только термин провал напряжения.

[IEC 61000-4-30, определение 3.30, модифицировано]

3.3.14 **выброс напряжения** (voltage swell): Временное увеличение напряжения в какой-либо точке электрической распределительной системы выше порогового значения.

[IEC 61000-4-30, определение 3.31, модифицировано]

**3**.3.15 **прерывание напряжения** (voltage interruption): Уменьшение напряжения в какой-либо точке электрической распределительной системы ниже порогового значения прерывания напряжения.

3.3.16 **несимметрия напряжения по фазам и амплитуде** (amplitude and phase unbalanced voltage): Состояние в трехфазной системе, в которой среднеквадратичные значения линейных напряжений (основная составляющая) или фазовые углы между последовательными линейными напряжениями не равны между собой.

Примечание 1 – Степень неравенства обычно выражается в виде соотношений составляющих обратной последовательности и нулевой последовательности к составляющей прямой последовательности.

Примечание 2 – В настоящем стандарте несимметричность напряжений рассматривается по отношению к трехфазным системам.

[IEV 161-08-09, модифицировано)

3.3.17 **несимметрия напряжения по амплитуде** (amplitude unbalanced voltage): Состояние в трехфазной системе, в которой среднеквадратичные значения линейных напряжений (основная составляющая) не равны между собой. Относительная фаза между линейными напряжениями в расчет не учитывается.

Примечание – В настоящем стандарте несимметрия напряжений рассматривается по отношению к трехфазной системе.

[IEV 161-08-09, модифицировано]

3.3.18 **переходное перенапряжение** (transient overvoltage): Кратковременное перенапряжение в несколько миллисекунд или меньше, колебательное или неколебательное, как правило, сильно затухающее.

[IEV 604-03-13]

Примечание 1 – За переходными перенапряжениями могут сразу следовать временные перенапряжения. В таких случаях два перенапряжения рассматриваются как отдельные события.

Примечание 2 – В IEC 60071-1 приведены три типа переходных перенапряжений, а именно, перенапряжения с медленным фронтом, перенапряжения с быстрым фронтом и перенапряжения с очень быстрым фронтом, в соответствии с их временем до достижения пикового значения, длительностью заднего фронта или общей длительностью импульса, а также возможными накладывающимися колебаниями.

3.3.19 **сигнальное напряжение сети** (mains signalling voltage): Сигналы, передаваемые поставщиками энергии в сети общего пользования для целей управления сетью, таких как контроль над некоторыми категориями нагрузки.

Примечание – Технически, управляющие сигналы сети являются источником напряжений интергармоник. Однако, в этом случае, сигнальное напряжение намеренно подается на выбранную часть системы питания. Предварительно определяется напряжение и частота излучаемого сигнала, и сигнал передается в определенное время.

### 3.4 Определения, касающиеся методов измерения

3.4.1 **сплошное измерение с калибровкой нулевой точки** (zero blind measurement): Метод измерения, когда измерение выполняется непрерывно. Для цифровых методов и для установленной периодичности выборки ни один отсчет не должен быть пропущен при обработке измерений.

Примечание – Сплошной метод измерения применяется в случае предполагаемой нестабильности сигнала и наоборот сплошной метод измерения без обнуления применяется где сигнал считается стабильным в течение времени, когда измерения не производятся.

### 3.5 Обозначения

#### 3.5.1 Функции

| Символ | | Функция |
|---|---|---|
| $P$ | – | суммарная активная мощность |
| $E_a$ | – | суммарная активная энергия |
| $Q_A/Q_V$ | – | суммарная реактивная мощность арифметическая/векторная |
| $E_{rA}/E_{rV}$ | – | суммарная реактивная энергия арифметическая/векторная |
| $S_A/S_V$ | – | суммарная полная мощность арифметическая/векторная |
| $E_{apA}/E_{apV}$ | – | суммарная полная энергия арифметическая/векторная |
| $f$ | – | частота |
| $I$ | – | фазный ток, включая $I_p$ (ток на линии p) |
| $I_N/I_{Nc}$ | – | измеренный ток в нейтрали/рассчитанный ток в нейтрали |
| $U$ | – | напряжение $U_{pg}$ (напряжение линии p к линии g) и $V$p (напряжение линии p к нейтрали) |

$U_{din}$ – входное напряжение [IEC 61000-4-30]

$PF_A/PF_V$ – арифметическое значение коэффициента мощности/векторная коэффициента мощности

Примечание – $PF_V$ = cos (ц) при отсутствии гармоник

$P_{st}/P_{lt}$ – кратковременная доза фликера/длительная доза фликера

$U_{dip}$ – провалы напряжения, включая $U_{pg\ dip}$ (линии p к линии g) и $V_{p\ dip}$ (линии p к нейтрали)

$U_{swl}$ – выбросы напряжения, включая $U_{pg\ swl}$ (линии p к линии g) и $V_{p\ swl}$ (линии p к нейтрали)

$U_{tr}$ – переходное перенапряжение, включая $U_{pg\ tr}$ (линии p к линии g) и $V_{p\ tr}$ (линии p к нейтрали)

$U_{int}$ – прерывание напряжения, включая $U_{pg\ int}$ (линии p к линии g) и $V_{p\ int}$ (линии p к нейтрали)

$U_{nb}$ – несимметрия напряжений по фазам и по амплитуде, включая $V_{p\ nb}$ (линии p к нейтрали)

$U_{nba}$ – несимметрия напряжений по амплитуде, включая $V_{p\ nba}$ (линии p к нейтрали)

$U_h$ – гармоники напряжения, включая $U_{pg\ h}$ (линии p к линии g) и $V_{p\ h}$ (линии p к нейтрали)

$THD_u$ – суммарный коэффициент гармонических искажений по напряжению относительно основной гармоники

$THD\text{-}R_u$ – суммарный коэффициент гармонических искажений по напряжению относительно среднеквадратичного значения

$I_h$ – гармоники тока, включая $I_{p\ h}$ (гармоники на линии p)

$THD_i$ – суммарный коэффициент гармонических искажений по току относительно основной гармоники

$THD\text{-}R_i$ – суммарный коэффициент гармонических искажений по току относительно среднеквадратичного значения

*Msv* – сигнальное напряжение сети

### 3.5.2 Символы и сокращения

$\%U_n$ – процент от $U_n$

$\%I_n$ – процент от $I_n$

$\%I_b$ – процент от $I_b$

### 3.5.3 Индексы

$_a$ – активный

$_r$ – реактивный

$_{ap}$ – полный

$_n$ – нормированный

$_b$ – базовый

$_{nom}$ – номинальный

$_N$ – нейтральный

$_c$ – рассчитанный

$_h$ – гармоничный

$_i$ – ток

$_u$ – напряжение

$_{dip}$ – провал

$_{swl}$ – выброс

$_{tr}$ – переходной

$_{int}$ – прерывание

$_{nb}$ – несимметрия

$_{nba}$ – несимметрия по амплитуде

$_A$ – арифметический

$_V$ – векторный

$_{min}$ – минимальное значение

$_{max}$ – максимальное значение

$_{avg}$ – среднее значение

$_{peak}$ – пиковое значение

$_{resid}$ – остаточный

## 4 Требования

### 4.1 Общие требования

Применяются следующие требования, а также установленные в IEC 61557-1, если иное не указано ниже.

Применяются требования безопасности по IEC 61010-1, соответствующие части IEC 61010 и дополнительные требования, приведенные ниже.

Применяются требования электромагнитной совместимости (ЭМС) по IEC 61326-1, если иное не указано ниже. Применяются требования к помехоустойчивости, таблица 2 IEC 61326-1 (требования к испытанию помехоустойчивости аппаратуры, предназначенной для применения в промышленных зонах). В отношении помехоэмиссии применяются пределы либо класса А, либо класса В, в соответствии с IEC 61326-1.

Примечание – Руководство относительно требований, применимых к PMD-A и/или PMD, приведено в приложении Е.

### 4.2 Общая архитектура PMD

Организация измерительной цепи: измеряемая электрическая величина может быть либо доступна непосредственно, как это обычно бывает в низковольтных системах, или доступна через измерительные датчики, такие как датчики напряжения (VS) или датчики тока (CS).

На рисунке 1 ниже показана общая организация PMD.

В некоторых случаях, если PMD не включает в себя датчики, связанные с ними погрешности не учитываются. В случае если PMD включает в себя датчики, то учитываются связанные с ними погрешности.

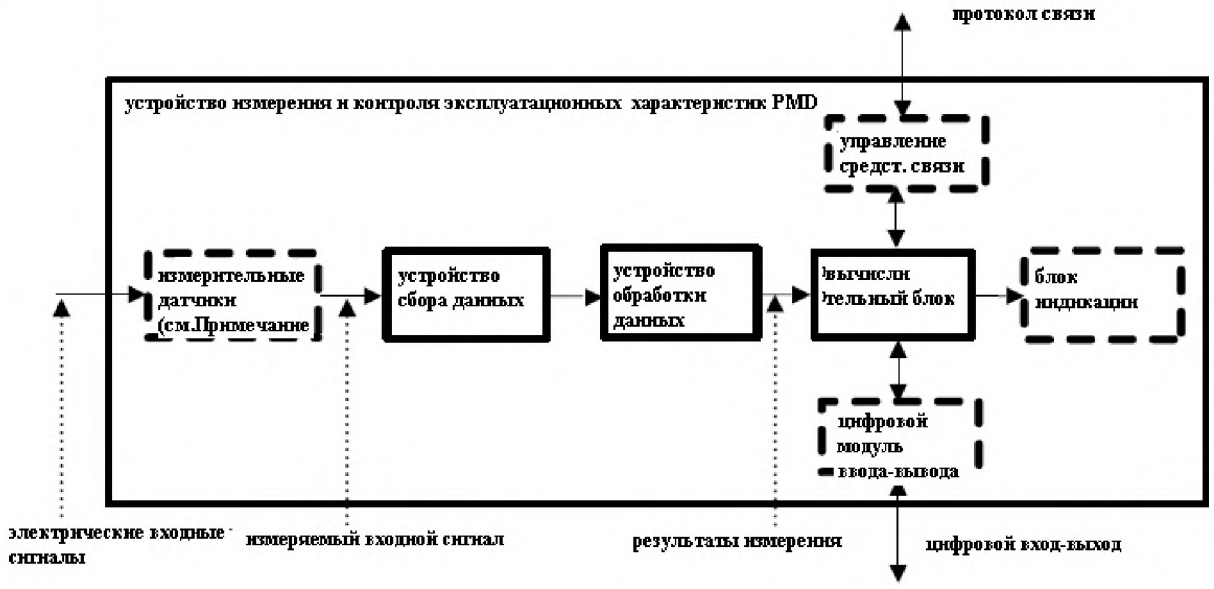



Рисунок 1 – Общая измерительная цепь PMD

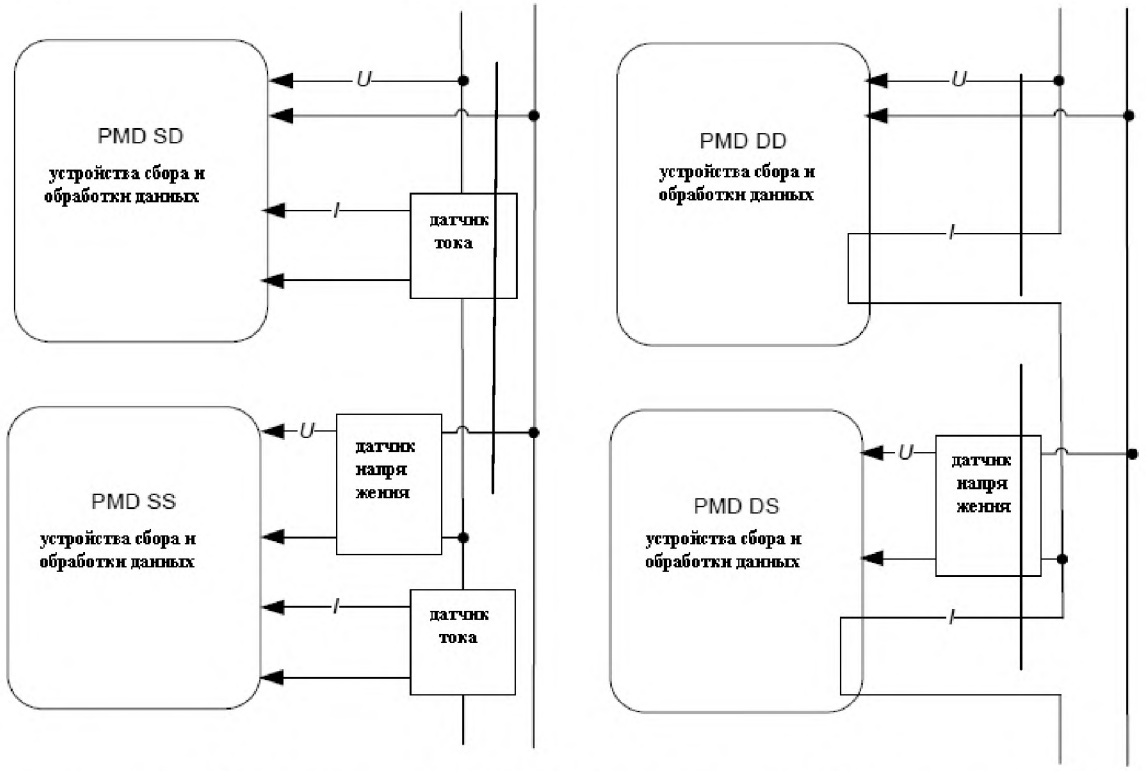
Примечание – Части, показанные на рисунке 1 пунктирными линиями, могут не входить в PMD.

### 4.3 Классификация PMD

PMD либо может иметь встроенный датчик, либо может требоваться внешний датчик, как показано на рисунке 2. В зависимости от этих характеристик PMD можно разделить на четыре категории, как определено в таблице 1.

Таблица 1 - Классификация PMD

| | | Измерение тока | |
|---|---|---|---|
| | | PMD, управляемое датчиком (датчики тока вне PMD) → PMD Sx | PMD прямого подключения (датчики тока в PMD) → PMD Dx |
| Измерение напряжения | PMD прямого подключения (датчики напряжения в PMD) → PMD xD | PMD SD (полупрямое включение) | PMD DD (прямое включение) |
| | PMD, управляемое датчиком (датчики напряжения вне PMD) → PMD xS | PMD SS (непрямое включение) | PMD DS (полупрямое включение) |




Примечание – PMD, определенное как PMD Dx (соответственно PMD xD), иногда при определенных условиях может быть использовано в качестве PMD Sx (соответственно PMD xS) при использовании с внешними датчиками при условии, что оно соответствует требованиям и PMD Sx и Dx (соответственно PMD xS и xD).

Рисунок 2 – Описание различных типов PMD

### 4.4 Перечень применимых классов рабочих характеристик

#### 4.4.1 Перечень применимых классов рабочих характеристик функции для PMD без внешних датчиков

В таблице 2 приведен перечень применимых классов рабочих характеристик для PMD без внешних датчиков:

Таблица 2 – Перечень применимых классов рабочих характеристик функции для PMD без внешних датчиков

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,02 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 5 | 10 | 20 |

### 4.4.2 Перечень применимых классов рабочих характеристик системы для PMD с внешними датчиками

В таблице 3 приведен перечень применимых классов рабочих характеристик для системы, включающей PMD и его внешние датчики:

Таблица 3 – Перечень применимых классов рабочих характеристик системы для PMD с внешними датчиками

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,02 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 5 | 10 | 20 |

Не допускается указывать класс рабочих характеристик системы без установленных внешних датчиков.

Требования к эксплуатационным характеристикам системы для PMD с установленным внешним датчиком такие же, как для PMD прямого включения.

Примечание – Если PMD Sx или PMD xS используется с установленными внешними датчиками, то класс рабочих характеристик системы основывается на измеренной основной погрешности.

Если датчики не установлены, класс рабочих характеристик системы равен погрешности, рассчитанной в соответствии с приложением D.

### 4.5 Рабочие и нормальные условия для PMD

#### 4.5.1 Нормальные условия

В таблице 4 приведены нормальные условия испытания:

Таблица 4 – Нормальные условия испытания

| Условия | Нормальные условия |
|---|---|
| Температура в рабочих условиях | 23 °C ± 2 °C или иные условия, установленные изготовителем |
| Относительная влажность | от 40 % до 60 % относительной влажности |
| Вспомогательное напряжение питания | Нормированное напряжение питания ± 1 % |
| Фазы | Три фазы доступны [a)] |
| Несимметрия напряжений | ≤ 0,1 % [a)] |
| Внешнее непрерывное магнитное поле | ≤ 40 А/м постоянного тока<br>≤ 3 А/м переменного тока при 50/60 Гц |
| Составляющая постоянного тока по напряжению | Отсутствует |
| Форма волны | Синусоидальная |
| Частота | Нормированная частота (50 Гц или 60 Гц) ± 0,2 % [b] |

[a)] Требуется только в случае трехфазных систем.

[b)] В PMD должны использоваться стандартные нормированные частоты 50 Гц или 60 Гц, где это возможно, хотя могут быть установлены другие нормированные частоты или диапазоны нормированной частоты, в том числе постоянный ток.

#### 4.5.2 Номинальные рабочие условия применения

В представленных ниже таблицах приведены условия, при которых выполняются функции в соответствии с их техническими требованиями.

##### 4.5.2.1 Номинальная температура в рабочих условиях для передвижной аппаратуры

В таблице 5 приведена номинальная температура в рабочих условиях для передвижного PMD.

Таблица 5 – Номинальная температура в рабочих условиях для передвижной аппаратуры

| | Температурный класс K40 для PMD |
|---|---|
| Номинальный рабочий диапазон (с установленной погрешностью) | От 0 °C до плюс 40 °C |
| Предельный рабочий диапазон (без аппаратных сбоев) | От минус 10 °C до плюс 55 °C |
| Предельный диапазон для хранения и транспортирования | От минус 25 °C до плюс 70 °C |

##### 4.5.2.2 Номинальная температура в рабочих условиях для стационарной аппаратуры

В таблице 6 приведена номинальная температура в рабочих условиях для стационарного PMD:

Таблица 6 – Номинальная температура в рабочих условиях для стационарной аппаратуры

| | Температурный класс К55 для PMD | Температурный класс К70 для PMD | Температурный класс Кх [b] для PMD |
|---|---|---|---|
| Номинальный рабочий диапазон (с установленной погрешностью) | От минус 5 °С до плюс 55 °С | От минус 25 °С до плюс 70 °С | Выше +70 °С и/или ниже -25 °С [a] |
| Предельный рабочий диапазон (без аппаратных сбоев) | От минус 5 °С до плюс 55 °С | От минус 25 °С до плюс 70 °С | Выше +70 °С и/или ниже -25 °С [a] |
| Предельный диапазон для хранения и транспортирования | От минус 25 °С до плюс 70 °С | От минус 40 °С до плюс 85 °С | Согласно техническим условиям изготовителя [a] |

[a] Пределы определяет изготовитель согласно применению.
[b] Кх поддерживает расширенные условия.

#### 4.5.2.3 Номинальная влажность и высота в рабочих условиях применения

В таблице 7 приведена номинальная влажность и высота в рабочих условиях для передвижных и стационарных PMD:

Таблица 7 – Влажность и высота в рабочих условиях

| | Стандартные условия | Расширенные условия |
|---|---|---|
| Номинальный рабочий диапазон (с установленной погрешностью) | от 0 до 75 %RH (относительной влажности) [b] | от 0 до свыше 75 %Rh [a] [b] |
| Предельный рабочий диапазон для 30 дней/год | от 0 до 90 %RH [b] | от 0 до свыше 90 %RH [a] [b] |
| Предельный диапазон для хранения и транспортировки | от 0 до 90 %RH [b] | от 0 до свыше 90 %RH [a] [b] |
| Высота | от 0 до 2 000 м | от 0 до свыше 2 000 м [a] |

[a] Пределы определяет изготовитель согласно применению.
[b] Значения относительной влажности указаны без конденсации.

Пределы относительной влажности как функция температуры окружающей среды показаны на рисунке 3.

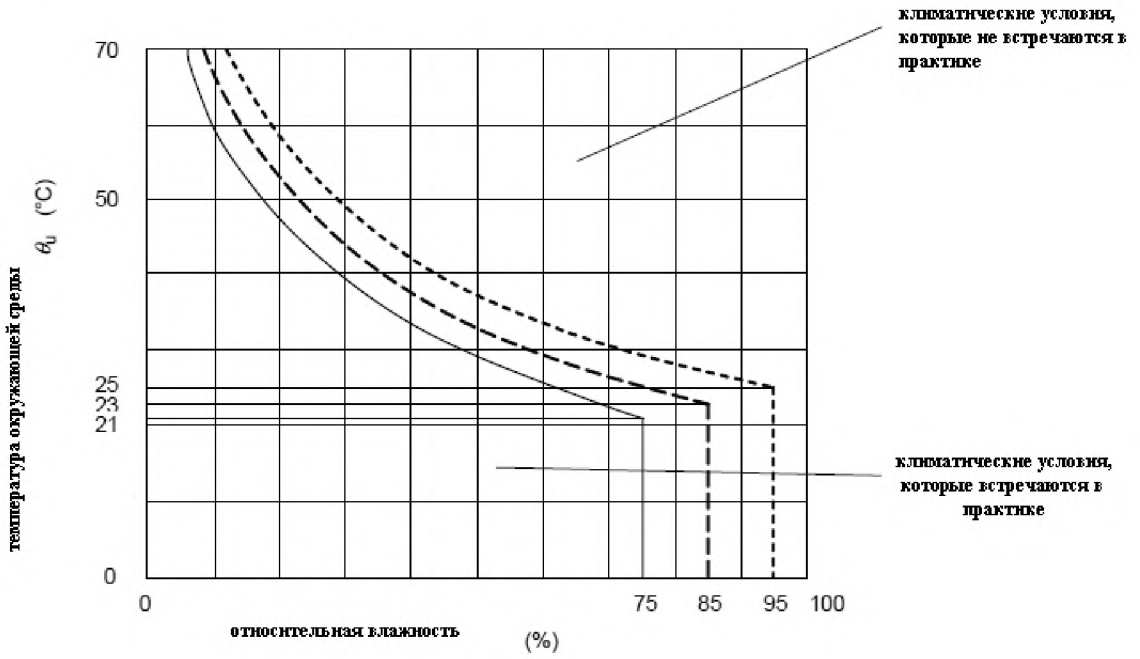



Рисунок 3 – Связь между температурой окружающей среды и относительной влажностью воздуха

### 4.6 Условия срабатывания

Показания измерений должны быть доступны спустя 15 с после подачи питания посредством коммуникационного или локального интерфейса пользователя. Если порог срабатывания более 15 с, то изготовители должны указать максимальное время, когда после подачи питания измеряемые величины будут доступны посредством коммуникационных каналов или локального интерфейса пользователя.

При отсутствии связи или локального пользовательского интерфейса, это требование должно быть проверено согласно процедуре испытания, приведенной в 6.1.14.

### 4.7 Требования к функциям PMD (кроме PMD-A)

Перечень функций приведен в 4.7. В зависимости от цели измерения, все или часть приведенных функций должна быть измерена.

Все функции, реализованные в изделии, на которое распространяется настоящий стандарт, должны соответствовать требованиям настоящего стандарта.

#### 4.7.1 Измерения активной мощности ($P$) и активной энергии ($E_a$)

##### 4.7.1.1 Методы

См. приложение A.

Требуется сплошное измерение с калибровкой нулевой точки

##### 4.7.1.2 Номинальный рабочий диапазон

Требования основной погрешности распространяются на следующий номинальный диапазон:
80 %$U_n$ < $U$ < 120 %$U_n$

##### 4.7.1.3 Таблица основной погрешности

Основная погрешность при нормальных условиях не должна превышать пределы, указанные в таблице 8.

Таблица 8 – Таблица основной погрешности при измерении активной мощности и активной энергии

| Установленный измерительный диапазон | | Коэффициент мощности [d] | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции $C$ [a] [b] [c] | | Ед. изм. |
|---|---|---|---|---|---|
| Значение тока для PMD Dx прямого подключения | Значение тока для PMD Sx, управляемого датчиком | | для $C$ < 1 | для $C \geq 1$ | % |
| 2 %$I_b \leq I <$ 10 %$I_b$ | 1 %$I_n \leq I <$ 5 %$I_n$ | 1 | ±2,0 Ч $C$ | Требование отсутствует | % |
| 5 %$I_b \leq I <$ 10 %$I_b$ | 2 %$I_n \leq I <$ 5 %$I_n$ | 1 | Требование отсутствует | ±(1,0 Ч $C$ + 0,5) | % |
| 10 %$I_b \leq I \leq I_{max}$ | 5 %$I_n \leq I \leq I_{max}$ | 1 | ±1,0 Ч $C$ | ±1,0 Ч $C$ | % |
| 5 %$I_b \leq I <$ 20 %$I_b$ | 2 %$I_n \leq I <$ 10 %$I_n$ | 0,5 при индуктивной нагрузке<br>0,8 при емкостной нагрузке | ±(1,7 Ч $C$ + 0,15)<br>±(1,7 Ч $C$ + 0,15) | Требование отсутствует<br>Требование отсутствует | % |
| 10 %$I_b \leq I <$ 20 %$I_b$ | 5 %$I_n \leq I <$ 10 %$I_n$ | 0,5 при индуктивной нагрузке<br>0,8 при емкостной нагрузке | Требование отсутствует<br>Требование отсутствует | ±(1,0Ч $C$ + 0,5)<br>±(1,0Ч $C$ + 0,5) | % |
| 20 %$I_b \leq I \leq I_{max}$ | 10 %$I_n \leq I \leq I_{max}$ | 0,5 при индуктивной нагрузке<br>0,8 при емкостной нагрузке | ±(1,0 Ч $C$ + 0,1)<br>±(1,0 Ч $C$ + 0,1) | ±1,0 Ч $C$<br>±1,0 Ч $C$ | % |

[a] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции активной энергии $C$ являются: 0,2 - 0,5 – 1 – 2, допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции активной мощности $C$ являются: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2 – 2,5.

[b] Допустимые значения и формула для расчета класса рабочих характеристик системы PMD с внешним датчиком тока или датчиком напряжения приведены в приложении D.

Окончание таблицы 8

| Установленный измерительный диапазон | | Коэффициент мощности [d] | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции $C$ [a] [b] [c] | | Ед. изм. |
|---|---|---|---|---|---|
| Значение тока для PMD Dx прямого подключения | Значение тока для PMD Sx, управляемого датчиком | | для $C < 1$ | для $C \geq 1$ | % |

[c] Для классов измерения активной энергии 1 и 2 по настоящему стандарту могут быть использованы пределы погрешности классов 1 и 2, приведенные в таблице 6 IEC 62053-21, а также пределы погрешности, приведенные в данной таблице. Для классов измерения активной энергии 0,2 и 0,5 по настоящему стандарту могут быть использованы пределы погрешности классов 0,2S и 0,5S, приведенные в таблице 4 IEC 62053-22, а также пределы погрешности, приведенные в данной таблице.

[d] В нормальных условиях сигналы синусоидальные, поэтому в данном случае коэффициент мощности = cos ц.

#### 4.7.1.4 Пределы отклонений, обусловленные влияющими величинами

Дополнительные отклонения, обусловленные влияющими величинами, по отношению к нормальным условиям, указанным в 4.5.1, не должны превышать пределы для соответствующего класса рабочих характеристик, приведенные в таблице 9.

Таблица 9 – Влияющие величины при измерении активной мощности и активной энергии

| Влияющие величины | | Установленный измерительный диапазон [e] | | Коэффициент мощности [j] | Температурный коэффициент для PMD класса рабочих характеристик функции $C$ [a) b)] | | Ед. изм. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Тип влияния | Диапазон влияния | Значение тока для PMD Dx прямого я [f] | Значение тока для PMD Sx, управляемого датчиком [f] | | для $C < 1$ | для $C \geq 1$ | |
| Температура окружающей среды | в соответствии с номинальным рабочим диапазоном по таблице 5 и таблице 6 | 10 %$I_b \leq I \leq I_{max}$<br>20 %$I_b \leq I \leq I_{max}$ | 5 %$I_n \leq I \leq I_{max}$<br>10 %$I_n \leq I \leq I_{max}$ | 1<br>0,5 при индуктивной нагрузке | 0,05 Ч $C$<br>0,1 Ч $C$ | 0,05 ЧС<br>0,07 Ч С | %/K<br>%/K |
| | | | | | Пределы отклонения для PMD класса рабочих характеристик функции $C$ [a) b)] | | |
| | | | | | для $C < 1$ | для $C \geq 1$ | |
| Вспомогательное напряжение питания [i] | нормированное напряжение ±15 % | 10 %$I_b$ | 10 %$I_n$ | 1 | 0,1 ЧС | 0,1 Ч $C$ | % |
| Напряжение | 80 %$U_n$ < $U$ < 120 %$U_n$ | 5 %$I_b \leq I \leq I_{max}$<br>10 %$I_b \leq I \leq I_{max}$ | 2 %$I_n \leq I \leq I_{max}$<br>5 %$I_n \leq I \leq I_{max}$ | 1<br>0,5 при индуктивной нагрузке | 0,3 Ч $C$ + 0,04<br>0,6 Ч $C$ + 0,08 | 0,3 Ч $C$ + 0,4<br>0,5 Ч $C$ + 0,5 | % |
| Частота | расчетная частота ±2 % | 5 %$I_b \leq I \leq I_{max}$<br>10 %$I_b \leq I \leq I_{max}$ | 2 %$I_n \leq I \leq I_{max}$<br>5 %$I_n \leq I \leq I_{max}$ | 1<br>0,5 при индуктивной нагрузке | 0,3 Ч $C$ + 0,04<br>0,3 Ч $C$ + 0,04 | 0,3 Ч $C$ + 0,2<br>0,3 Ч $C$ + 0,4 | % |
| Обратное чередование фаз | --- | 10 %$I_b$ | 10 %$I_n$ | 1 | 0,15 Ч $C$ + 0,02 | 1,5 | % |
| Несимметрия напряжений | 0 – 10% | $I_b$ | $I_n$ | 1 | 0,5 Ч $C$ + 0,2 | 2,0 Ч $C$ | % |
| Обрыв фазы [l] | Обрыв одной или 2 фаз | $I_b$ | $I_n$ | 1 | 2,0 Ч $C$ | 2,0 Ч $C$ | % |
| Гармонические составляющие в цепи тока и напряжения | Напряжение,<br>5-я гармоника: 10 %<br>Ток,<br>5-я гармоника: 40 % | 50 %$I_{max}$ | 50 %$I_{max}$ | 1 | 0,4 Ч $C$ + 0,3 | 0,2 Ч $C$ + 0,6 | % |
| Нечетные гармоники в цепи переменного тока | См. [g] | 50 %$I_b$ | 50 %$I_n$ | 1 | 3,0 Ч $C$ | 3,0 Ч $C$ | % |
| Субгармоника в цепи переменного тока | См. [g] | 50 %$I_b$ | 50 %$I_n$ | 1 | 3,0 Ч $C$ | 3,0 Ч $C$ | % |

*Окончание таблицы 9*

| Влияющие величины | | Установленный измерительный диапазон [e] | | Коэффициент мощности [j] | Температурный коэффициент для PMD класса рабочих характеристик функции $C$ [a] [b] | | Ед. изм. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Тип влияния | Диапазон влияния | Значение тока для PMD Dx прямого я [f] | Значение тока для PMD Sx, управляемого датчиком [f] | | для $C < 1$ | для $C \geq 1$ | |
| Подавление общего несимметричного напряжения на изолированных токовых входах [k] | От 0 до максимального напряжения на землю (в зависимости от категории измерения) | 10 %$I_b$ | 5 %$I_n$ | 1 | 1,0 Ч $C$ | 0,5 Ч $C$ | % |
| Постоянная магнитная индукция переменного тока внешнего происхождения 0,5 мТл [c] [d] [h] | См. [c] и [d] | $I_b$ | $I_n$ | 1 | 2,0 | 1,0 Ч $C$ + 1,0 | % |
| Электромагнитные РЧ поля [c] [d] | См. [c] и [d] | $I_b$ | $I_n$ | 1 | 3,4 Ч $C$ + 0,3 | 1,0 Ч $C$ + 1,0 | % |
| Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными полями [c] [d] | См. [c] и [d] | $I_b$ | $I_n$ | 1 | 3,4 Ч $C$ + 0,3 | 1,0 Ч $C$ + 1,0 | % |

[a] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции активной энергии $C$ являются: 0,2 - 0,5 - 1 - 2, допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции активной мощности $C$ являются: 0,1 - 0,2 - 0,5 - 1 - 2 - 2,5.

[b] Для класса измерения активной энергии 1 и 2 по настоящему стандарту могут быть использованы пределы отклонения классов 1 и 2, приведенные в таблице 8 IEC 62053-21, а также пределы погрешности, приведенные в данной таблице. Для классов измерения активной энергии 0,2 и 0,5 по настоящему стандарту могут быть использованы пределы отклонения классов 0,2 S и 0,5 S, приведенные в таблице 6 IEC 62053-22, а также пределы погрешности, приведенные в данной таблице.

[c] Уровни ЭМС и условия испытаний определены в стандарте IEC 61326, который касается промышленной зоны.

[d] Влияющие величины ЭМС применяются только для измерений энергии.

[e] Токи симметричны, если не указано иное.

[f] Не относится к PMD с автономным питанием.

[g] См. раздел 6.

[h] Магнитная индукция внешнего происхождения 0,5 мТл, производимая током той же частоты, что и напряжение, прилагаемое к PMD при самых неблагоприятных условиях фазы и направления, не должна стать причиной отклонения, превышающего значения, приведенные в данной таблице.

[i] Категория измерений определена в IEC 61010-2-030, например 300 В общее несимметричное напряжение для 300 В кат III.

[j] В нормальных условиях сигналы синусоидальные, поэтому в данном случае коэффициент мощности = cos ц.

[k] Если токовые входы имеют внутренний или внешний отвод на землю, то это требование не применяется.

[l] Эти пределы установлены для PMD, питаемого от сети. В случае большего диапазона напряжения питания переменного или постоянного тока испытания проводятся, по крайней мере, при нижнем значении входного сигнала и верхнем значении входного сигнала этого диапазона. В любом случае, PMD должны соответствовать требованию для всех установленных диапазонов напряжения питания.

#### 4.7.1.5 Условия запуска и режим холостого хода

##### 4.7.1.5.1 Порог срабатывания PMD

Смотри подраздел 4.6.

##### 4.7.1.5.2 Режим холостого хода (только для измерения энергии)

Если напряжение подается при отсутствии тока в последовательной цепи, то испытательный выход PMD не должен создавать более одного импульса.

Для этого испытания электрическая цепь должна быть открытой, а напряжение, равное 115 % нормированного напряжения, подают к цепи напряжения.

Примечание – В случае внешнего шунта, только входная цепь PMD должна быть открытой.

Минимальный испытательный период $Дt$ должен составлять:

| Тип PMD | Минимальный испытательный период $Дt$ для режима холостого хода | |
|---|---|---|
| | для $C < 1$ | для $C \geq 1$ |
| PMD | $\Delta t = \frac{((100 / c + 400) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{max}} \min$ | $\Delta t = \frac{((240 / c + 360) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{max}} \min$ |

где $C$ – класс рабочих характеристик функции;

$K$ – число импульсов, выпускаемых выходным устройством PMD на киловатт-час (имп/кВтч);

$m$ – число измерительных элементов;

$U_n$ – расчетное напряжение в вольтах;

$I_{max}$ – максимальный ток в амперах.

Для PMD с первичными регистраторами или полусумматорами, работающего через трансформатор, константа $k$ должна соответствовать вторичным значениям (напряжения и тока).

##### 4.7.1.5.3 Пусковой ток

PMD должно запускаться и продолжать регистрировать при значениях пускового тока (а в случае трехфазных счетчиков – с симметричной нагрузкой), указанных в таблице 10.

Если условия запуска соблюдаются (в соответствии с таблицей 10), то основная погрешность должна быть от минус 40 % до плюс 90 %от измеряемых значений.

Если PMD предназначено для измерения энергии в обоих направлениях, тогда данное испытание должно проводиться при протекании энергии в каждом из направлений.

Таблица 10 – Пусковой ток при измерении активной мощности и активной энергии

| Типы PMD | Коэффициент мощности [a)] | Пусковой ток для PMD класса рабочих характеристик функции C | |
|---|---|---|---|
| | | для $C < 1$ | для $C \geq 1$ |
| PMD Dx | 1 | 2 Ч $10^{-3}$ Ч $I_b$ | ($C$+3)Ч $10^{-3}$ Ч $I_b$ |
| PMD Sx | 1 | 1Ч $10^{-3}$ Ч $I_n$ | ($C$+1)Ч $10^{-3}$ Ч $I_n$ |
| [a)] В нормальных условиях сигналы синусоидальные, поэтому в данном случае коэффициент мощности = cos ц. | | | |

### 4.7.2 Измерения реактивной мощности ($Q_A$, $Q_V$) и реактивной энергии ($E_{rA}$, $E_{rV}$)

#### 4.7.2.1 Методы

См. приложение А.

Требуется сплошное измерение с калибровкой нулевой точки.

#### 4.7.2.2 Номинальный рабочий диапазон

Требования основной погрешности распространяются на следующий номинальный диапазон:

80 %$U_n$ < $U$ < 120 %$U_n$

#### 4.7.2.3 Таблица основной погрешности

Основная погрешность при нормальных условиях не должна превышать пределы, указанные в таблице 11.

Таблица 11 – Таблица основной погрешности при измерении реактивной мощности и реактивной энергии

| Установленный измерительный диапазон | | sin ц (при индуктивной или емкостной нагрузке) | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции *C* [a) b) c)] | | Ед. изм. |
|---|---|---|---|---|---|
| Значение тока для PMD Dx прямого подключения | Значение тока для PMD Sx, управляемого датчиком | | для $C < 3$ | для $C \geq 3$ | % |
| $5\ \%I_b \leq I < 10\ \%I_b$ | $2\ \%I_n \leq I < 5\ \%I_n$ | 1 | ±1,25 Ч *C* | ±1,33 Ч *C* | % |
| $10\ \%I_b \leq I \leq I_{max}$ | $5\ \%I_n \leq I < I_{max}$ | 1 | ±1,0 Ч *C* | ±1,0 Ч *C* | % |
| $10\ \%I_b \leq I < 20\ \%\ I_b$ | $5\ \%I_n \leq I < 10\ \%I_n$ | 0,5 | ±1,25 Ч *C* | ±1,33 Ч *C* | % |
| $20\ \%I_b \leq I \leq I_{max}$ | $10\ \%\ I_n \leq I \leq\ I_{max}$ | 0,5 | ±1,0 Ч *C* | ±1,0 Ч *C* | % |
| $20\ \%I_b \leq I \leq I_{max}$ | $10\ \%\ I_n \leq I \leq I_{max}$ | 0,25 | ±1,25 Ч *C* | ±1,33 Ч *C* | % |

[a)] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции реактивной энергии *C* являются: 2 – 3; допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции реактивной мощности *C* являются: 1 – 2 – 3.

[b)] Допустимые значения и формула для расчета класса рабочих характеристик системы PMD с внешним датчиком тока или датчиком напряжения приведены в приложении D.

[c)] Для классов измерения реактивной энергии 2 и 3 по настоящему стандарту могут быть использованы пределы погрешности классов 2 и 3, приведенные IEC 62053-23 (таблица 6), а также пределы погрешности, приведенные в данной таблице.

#### 4.7.2.4 Пределы отклонений, обусловленные влияющими величинами

Дополнительные отклонения, обусловленные влияющими величинами, по отношению к нормальным условиям, указанным в 4.5.1, не должны превышать пределы для соответствующего класса рабочих характеристик, приведенные в таблице 12.

Таблица 12 – Влияющие величины при измерении реактивной мощности и реактивной энергии

| Влияющие величины | | Установленный измерительный диапазон [d] | | sin ц (при индуктивной или емкостной нагрузке) | Температурный коэффициент для PMD класса рабочих характеристик функции С [a] [e] | | Ед. изм |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Тип влияния | Диапазон влияния | Значение тока для PMD Dx прямого подключения [f] | Значение тока для PMD Sx, управляемого датчиком | | для $C < 3$ | для $C \geq 3$ | |
| Температура окружающей среды | в соответствии с нормированным рабочим диапазоном по таблице 5 и таблице 6 | 10 %$I_b \leq I \leq I_{max}$<br>20 %$I_b \leq I \leq I_{max}$ | 5 %$I_n \leq I \leq I_{max}$<br>10 %$I_n \leq I \leq I_{max}$ | 1<br>0,5 | 0,05 Ч $C$<br>0,075 Ч $C$ | 0,05 ЧС<br>0,08 Ч С | %/K<br>%/K |
| | | | | | Пределы отклонения для PMD класса рабочих характеристик функции С [a] [b] | | |
| | | | | | для $C < 3$ | для $C \geq 3$ | |
| Вспомогательное напряжение питания [f] | Нормированное напряжение ±15 % | 10 %$I_b$ | 10 %$I_n$ | 1 | 0,1 Ч$C$ | 0,1 Ч $C$ | % |
| Напряжение | 80 %$U_n$ < $U$ < 120 %$U_n$ | 5 %$I_b \leq I \leq I_{max}$<br>10 %$I_b \leq I \leq I_{max}$ | 2 %$I_n \leq I \leq I_{max}$<br>5 %$I_n \leq I \leq I_{max}$ | 1<br>0,5 при индуктивной нагрузке | 0,5 Ч $C$<br>0,75 Ч $C$ | 0,66 Ч $C$<br>1,0 Ч $C$ | % |
| Частота | нормированная частота ±2 % | 5 %$I_b \leq I \leq I_{max}$<br>10 %$I_b \leq I \leq I_{max}$ | 2 %$I_n \leq I \leq I_{max}$<br>5 %$I_n \leq I \leq I_{max}$ | 1<br>0,5 при индуктивной нагрузке | 1,25 Ч $C$<br>1,25 Ч $C$ | 2,5<br>2,5 | % |
| Постоянная магнитная индукция переменного тока внешнего происхождения 0,5 мТл [b] [c] | см. [b] и [c] | $I_b$ | $I_n$ | 1 | 1,5 Ч $C$ | 3,0 | % |
| Электромагнитные РЧ поля [b] [c] | см. [b] и [c] | $I_b$ | $I_n$ | 1 | 1,5 Ч $C$ | 3,0 | % |
| Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными полями [b] [c] | см. [b] и [c] | $I_b$ | $I_n$ | 1 | 1,5 Ч $C$ | 3,0 | % |

*Окончание таблицы 12*

| Влияющие величины | | Установленный измерительный диапазон [d] | | sin ц (при индуктивной или емкостной нагрузке) | Температурный коэффициент для PMD класса рабочих характеристик функции С [a] [e] | | Ед. изм |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Тип влияния | Диапазон влияния | Значение тока для PMD Dx прямого подключения [f] | Значение тока для PMD Sx, управляемого датчиком | | для $C < 3$ | для $C \geq 3$ | |

[a] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции реактивной энергии *С* являются: 2 -3; допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции реактивной мощности *С* являются: 1 - 2 - 3.

[b] Уровни ЭМС и условия испытаний определены в стандарте IEC 61326, который касается промышленной зоны.

[c] Влияющие величины ЭМС применяются только для измерений энергии.

[d] Токи симметричны, если не указано иное.

[e] Для классов измерения реактивной энергии 2 и 3 по настоящему стандарту могут быть использованы пределы погрешности классов 2 и 3, приведенные в таблице 6 IEC 62053-23, а также пределы погрешности, приведенные в данной таблице.

[f] Эти пределы установлены для PMD, питаемого от сети. В случае большего диапазона напряжения питания переменного или постоянного тока испытания проводятся, по крайней мере, при нижнем значении входного сигнала и верхнем значении входного сигнала этого диапазона. В любом случае, PMD должны соответствовать требованию для всех установленных диапазонов напряжения питания.

**4.7.2.5 Условия запуска и режим холостого хода**

**4.7.2.5.1 Порог срабатывания PMD**

Смотри подраздел 4.6.

**4.7.2.5.2 Режим холостого хода**

Если напряжение подается при отсутствии тока в последовательной цепи, то испытательный выход PMD не должен создавать более одного импульса.

Для этого испытания электрическая цепь должна быть открытой, а напряжение, равное 115 % нормированного напряжения подают к цепи напряжения.

Примечание – В случае внешнего шунта, только входная цепь должна быть открытой.

Минимальный испытательный период $\Delta t$ должен составлять:

| Тип PMD | Минимальный испытательный период Δt для режима холостого хода | |
|---|---|---|
| | для $C < 3$ | для $C \geq 3$ |
| PMD | $\Delta t = \frac{((240 / c + 360) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{max}}$ min | $\Delta t = \frac{((1080 / c) - 60) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{max}}$ min |

где $C$ – класс рабочих характеристик функции;

$k$ – число импульсов, выпускаемых выходным устройством PMD на киловатт-час (имп/кВтч);

$m$ – число измерительных элементов;

$U_n$ – расчетное напряжение в вольтах;

$I_{max}$ – максимальный ток в амперах.

Для PMD с первичными регистраторами или полусумматорами, работающего через трансформатор, константа $k$ должна соответствовать вторичным значениям (напряжения и тока).

**4.7.2.5.3 Пусковой ток**

PMD должно запускаться и продолжать регистрировать при значениях пускового тока (а в случае трехфазных счетчиков – с симметричной нагрузкой), указанных в таблице 13.

Если условия запуска соблюдаются (в соответствии с таблицей 13), основная погрешность должна быть от минус 40 %до плюс 90 %от измеряемых значений.

Если PMD предназначено для измерения энергии в обоих направлениях, то это испытание должно проводиться при энергии, протекающей в каждом направлении.

Таблица 13 – Пусковой ток при измерении реактивной энергии

| Тип PMD | sin ц (при индуктивной или емкостной нагрузке) | Пусковой ток для PMD класса рабочих характеристик функции C | |
|---|---|---|---|
| | | для $C < 3$ | для $C \geq 3$ |
| PMD Dx | 1 | $(C+3)$ Ч $10^{-3}$ Ч $I_b$ | $(5$ Ч $C - 5)$Ч $10^{-3}$ Ч $I_b$ |
| PMD Sx | 1 | $(C+1)$ Ч $10^{-3}$ Ч $I_n$ | $(2$ Ч $C - 1)$Ч $10^{-3}$ Ч $I_n$ |

**4.7.3 Измерения полной мощности ($S_A$, $S_V$) и полной энергии ($E_{apA}$, $E_{apV}$)**

**4.7.3.1 Методы**

См. приложение А.

Требуется сплошное измерение с калибровкой нулевой точки

**4.7.3.2 Номинальный рабочий диапазон**

Требования основной погрешности распространяются на следующий номинальный диапазон:

$$80\ \%U_n < U < 120\ \%U_n$$

**4.7.3.3 Таблица основной погрешности**

Основная погрешность при нормальных условиях не должна превышать пределы, указанные в таблице 14:

Таблица 14 – Таблица основной погрешности при измерении полной мощности и полной энергии

| Установленный измерительный диапазон | | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции C [a) b)] | | Ед. изм |
|---|---|---|---|---|
| Значение тока для PMD Dx прямого подключения | Значение тока для PMD Sx, управляемого датчиком | для $C < 1$ | для $C \geq 1$ | |
| 5 %$I_b$ < $I$ ≤ 10 %$I_b$ | 2 %$I_n$< $I$ ≤ 5 %$I_n$ | ±2,0 Ч $C$ | ±(1,0 Ч $C$+0,5) | % |
| 10 % $I_b$ < $I$ ≤ $I_{max}$ | 5 %$I_n$ < $I$ ≤ $I_{max}$ | ±1,0 Ч $C$ | ±1,0 Ч $C$ | % |
| [a)] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции $C$ являются: 0,2 – 0,5 – 1 – 2.<br>[b)] Допустимые значения и формула для расчета класса рабочих характеристик системы PMD с внешним датчиком тока или датчиком напряжения приведены в Приложении D. | | | | |

**4.7.3.4 Пределы отклонения, обусловленные влияющими величинами**

Дополнительные отклонения, обусловленные влияющими величинами, по отношению к нормальным условиям, указанным в 4.5.1, не должны превышать пределы для соответствующего класса рабочих характеристик, приведенные в таблице 15.

Таблица 15 – Влияющие величины при измерении полной мощности и полной энергии

| Влияющие величины | | Установленный измерительный диапазон[d] | | Коэффициент мощности[e] | Температурный коэффициент для PMD класса рабочих характеристик функции C[a] | | Ед. изм |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Тип влияния | Диапазон влияния | Значение тока для PMD Dx прямого подключения | Значение тока для PMD Sx, управляемого датчиком | | для $C < 1$ | для $C \geq 1$ | |
| Температура окружающей среды | в соответствии с номинальным рабочим диапазоном по таблице 5 и таблице 6 | 10 %$I_b \leq I \leq I_{max}$ | 5 %$I_n \leq I \leq I_{max}$ | 1 | 0,05 Ч $C$ | 0,05 ЧС | %/K |
| | | | | | Пределы отклонения для PMD класса рабочих характеристик функции C[a b] | | |
| | | | | | для $C < 1$ | для $C \geq 1$ | |
| Вспомогательное напряжение питания[f] | Нормированное напряжение ±15 % | 10 %$I_b$ | 10 %$I_n$ | 1 | 0,1 Ч$C$ | 0,1 Ч $C$ | % |
| Напряжение | 80 %$U_n < U <$ 120 %$U_n$ | 5 %$I_b \leq I \leq I_{max}$<br>10 %$I_b \leq I \leq I_{max}$ | 2 %$I_n \leq I \leq I_{max}$<br>5 %$I_n \leq I \leq I_{max}$ | 1<br>0,5 при индуктивной нагрузке | 0,3 Ч $C$ + 0,04<br>0,6 Ч $C$ + 0,08 | 0,3 Ч $C$ + 0,4<br>0,5 Ч $C$ + 0,5 | % |
| Постоянная магнитная индукция внешнего происхождения 0,5 мТл[c d] | См.[c] и[d] | $I_b$ | $I_n$ | 1 | 2,0 | 1,0 Ч $C$ + 1,0 | % |
| Электромагнитные РЧ поля[c d] | См.[c] и[d] | $I_b$ | $I_n$ | 1 | 3,4 Ч $C$ + 0,3 | 1,0 Ч $C$ + 1,0 | % |
| Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными полями[c d] | См.[c] и[d] | $I_b$ | $I_n$ | 1 | 3,4 Ч $C$ + 0,3 | 1,0 Ч $C$ + 1,0 | % |

[a] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции $C$ являются: 0,2 – 0,5 – 1 – 2.
[b] Уровни ЭМС и условия испытаний определены в стандарте IEC 61326, который касается промышленной зоны.
[c] Влияющие величины ЭМС применяются только для измерений энергии.
[d] Токи симметричны, если не указано иное.
[e] В нормальных условиях сигналы синусоидальные, поэтому в данном случае коэффициент мощности = cos ц.
[f] Эти пределы установлены для PMD, питаемого от сети. В случае большего диапазона напряжения питания переменного или постоянного тока испытания проводятся, по крайней мере, при нижнем значении входного сигнала и верхнем значении входного сигнала этого диапазона. В любом случае, PMD должны соответствовать требованию для всех установленных диапазонов напряжения питания.

#### 4.7.4 Измерения частоты (*f*)

##### 4.7.4.1 Методы

Сплошное измерение с калибровкой нулевой точки не требуется.

##### 4.7.4.2 Номинальный рабочий диапазон

Требование основной погрешности распространяется на следующий номинальный диапазон:
- напряжение – 50 % $U_n$ до $U_{max}$, или
- ток: для PMD Dx – 20 % $I_b$ до $I_{max}$, для PMD Sx – 10 %$I_n$ до $I_{max}$

Примечание – Частоту обычно измеряют по функции напряжения PMD; номинальный рабочий диапазон тока рассматривают, только если эта функция не существует в PMD.

##### 4.7.4.3 Таблица основной погрешности

Основная погрешность при нормальных условиях не должна превышать пределы, указанные в таблице 16:

Таблица 16 – Таблица основной погрешности при измерении частоты

| Установленный измерительный диапазон | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции *C* [a) b)] | Ед. изм |
|---|---|---|
| От 45 до 55 Гц или от 55 до 65 Гц | ± 1,0 Ч *C* | % |
| | | % |

[a)] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции *C* являются: 0,02 – 0,05 – 0,1 – 0,2– 0,5.
[b)] Допустимые значения и формула для расчета класса рабочих характеристик системы PMD с внешним датчиком тока или датчиком напряжения приведены в приложении D.

##### 4.7.4.4 Пределы отклонений, обусловленные влияющими величинами

Дополнительные отклонения, обусловленные влияющими величинами, по отношению к нормальным условиям, указанным в 4.5.1, не должны превышать пределы для соответствующего класса рабочих характеристик, приведенные в таблице 17:

Таблица 17 – Влияющие величины при измерении частоты

| Влияющие величины | | Температурный коэффициент для PMD класса рабочих характеристик функции C [a)] | Ед. изм. |
|---|---|---|---|
| Тип влияния | Диапазон влияния или уровень влияния | | |
| Температура окружающей среды | в соответствии с номинальным рабочим диапазоном по таблице 5 и таблице 6 | 0,1 Ч *C* | %/K |
| | | Пределы отклонения для PMD класса рабочих характеристик функции *C* [a)] | |
| Напряжение | 50 %$U_n$ до $U_{max}$ | 0,2 Ч *C* | % |
| Гармоники в цепях напряжения [b] | 3-я гармоника 10 % | 0,2 Ч *C* | % |
| | 5-я гармоника 12 % | | |
| | 7-я гармоника 10 % | | |
| | 9-я гармоника 3 % | | |
| | 11-я гармоника 7 % | | |
| | 13-я гармоника 10 % | | |
| | 15-я гармоника 1 % | | |

[a)] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции *C* являются: 0,02 – 0,05 – 0,1 – 0,2– 0,5.
[b)] Все составляющие гармоник имеют одинаковую относительную фазу, но в противоположной фазе относятся к основной гармонике.

#### 4.7.5 Измерения среднеквадратичного значения фазного тока (*I*) и тока в нейтрали ($I_N$, $I_{Nc}$)

##### 4.7.5.1 Методы

См. приложение A.

Сплошное измерение с калибровкой нулевой точки не требуется.

#### 4.7.5.2 Номинальный рабочий диапазон

Требования основной погрешности распространяются на номинальные диапазоны, приведенные в таблицах 18 и 19.

##### 4.7.5.2.1 Номинальный рабочий диапазон для фазного тока

Таблица 18 – Номинальный рабочий диапазон при измерении фазного тока

| Типы PMD | Установленный измерительный диапазон | Минимальная ширина полосы (гармоники) | Коэффициент амплитуды |
|---|---|---|---|
| PMD Sx | 10 %$I_n$ до 120 %$I_n$ | от 45 Гц до 15–кратной нормированной частоты<br>или<br>постоянный ток и от 45 Гц до 15–кратной нормированной частоты | 2 |
| PMD Dx | 20 %$I_b$ до $I_{max}$ | от 45 Гц до 15–кратной нормированной частоты<br>или<br>постоянный ток и от 45 Гц до 15–кратной нормированной частоты | 2 |

##### 4.7.5.2.2 Номинальный рабочий диапазон для измеренного тока в нейтрали (с датчиком) и рассчитанного тока в нейтрали (относительно фазных токов)

Таблица 19 – Номинальный рабочий диапазон при измерении тока в нейтрали

| Типы PMD | Установленный измерительный диапазон | Минимальная ширина полосы (гармоники) | Коэффициент амплитуды |
|---|---|---|---|
| PMD Sx | 10 %$I_n$ до 120 %$I_n$ | от 45 Гц до 15–кратной нормированной частоты<br>или<br>постоянный ток и от 45 Гц до 15–кратной нормированной частоты | 2 |
| PMD Dx | 20 %$I_b$ до $I_{max}$ | от 45 Гц до 15–кратной нормированной частоты<br>или<br>постоянный ток и от 45 Гц до 15–кратной нормированной частоты | 2 |

Примечание – Номинальный ток датчика тока в нейтрали может отличаться от номинального тока датчика фазного тока.

#### 4.7.5.3 Таблица основной погрешности

Основная погрешность при нормальных условиях не должна превышать пределы, приведенные в таблицах 20, 21 и 22.

##### 4.7.5.3.1 Таблица основной погрешности для фазного тока

Таблица 20 – Таблица основной погрешности для фазного тока

| Установленный измерительный диапазон | | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции $C$ [a) b)] | Ед. изм |
|---|---|---|---|
| Значение тока для PMD Dx прямого подключения | Значение тока для PMD Sx, управляемого датчиком | | |
| 20 %$I_b \le I \le I_{max}$ | 10 %$I_n \le I \le I_{max}$ | ±1,0 Ч $C$ | % |
| [a)] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции $C$ являются: 0,05 – 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2.<br>[b)] Допустимые значения и формула для расчета класса рабочих характеристик системы PMD с внешним датчиком тока приведены в приложении D. | | | |

#### 4.7.5.3.2 Таблица основной погрешности для измеренного тока в нейтрали (с датчиком)

Таблица 21 – Таблица основной погрешности при измерении тока в нейтрали

| Установленный измерительный диапазон | | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции *C* [a) b)] | Ед. изм |
|---|---|---|---|
| Значение тока для PMD Dx прямого подключения | Значение тока для PMD Sx, управляемого датчиком | | |
| 20 %$I_b \le I_N \le I_{max}$ | 10 %$I_n \le I_N \le I_{max}$ | ±1,0 Ч *C* | % |
| [a)] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции C являются: 0,2 – 0,5 – 1 – 2.<br>[b)] Допустимые значения и формула для расчета класса рабочих характеристик системы PMD с внешним датчиком тока приведены в приложении D. | | | |

#### 4.7.5.3.3 Таблица основной погрешности для рассчитанного тока в нейтрали (относительно фазных токов)

Таблица 22 – Таблица основной погрешности для расчета тока в нейтрали

| Установленный измерительный диапазон | | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции *C* [a) b) d)] | Ед. изм |
|---|---|---|---|
| Значение тока для PMD Dx прямого подключения | Значение тока для PMD Sx, управляемого датчиком | | |
| 20 %$I_b \le I_p$ [c)] $\le I_{max}$ | 10 %$I_n \le I_p$ [c)] $\le I_{max}$ | ±1,0 Ч *C* | % |
| [a)] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции *C* являются: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2.<br>[b)] Допустимые значения и формула для расчета класса рабочих характеристик системы PMD с внешним датчиком тока приведены в приложении D.<br>[c)] Погрешность выражается как процент от фазного тока, который является наибольшим.<br>[d)] Класс рабочих характеристик *C* соотносится с классом рабочих характеристик фазного тока. | | | |

#### 4.7.5.4 Пределы отклонений, обусловленные влияющими величинами

Дополнительные отклонения, обусловленные влияющими величинами, по отношению к нормальным условиям, указанным в 4.5.1, не должны превышать пределы для соответствующего класса рабочих характеристик, приведенные в таблице 23.

Таблица 23 – Влияющие величины при измерении фазного тока и тока в нейтрали

| Влияющие величины | | Установленный измерительный диапазон [b] | | Температурный коэффициент для PMD класса рабочих характеристик функции *C* [a] | Ед. изм |
|---|---|---|---|---|---|
| Тип влияния | Диапазон влияния | Значение тока для PMD Dx прямого подключения | Значение тока для PMD Sx, управляемого датчиком | | |
| Температура окружающей среды | В соответствии с номинальным рабочим диапазоном по таблице 5 и таблице 6 | 20 %$I_b \le I \le I_{max}$ | 10 %$I_n \le I \le I_{max}$ | 0,05 Ч *C* | %/K |
| | | | | Пределы отклонения для PMD класса рабочих характеристик функции *C* [a] | |
| Вспомогательное напряжение питания[c] | Нормированное напряжение ±15 % | 20 %$I_b$ | 10 %$I_n$ | 0,1 Ч*C* | % |

[a] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции *C* для измеренного тока в нейтрали являются: 0,2 – 0,5 – 1 – 2. Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции *C* для рассчитанного тока в нейтрали являются: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2.

[b] Влияющие величины для фазного тока определяются с симметричными токами в трехфазной распределительной системе.

[c] Эти пределы установлены для PMD, питаемого от сети. В случае большего диапазона напряжения питания переменного или постоянного тока испытания проводятся, по крайней мере, при нижнем значении входного сигнала и верхнем значении входного сигнала этого диапазона. В любом случае, PMD должны соответствовать требованию для всех установленных диапазонов напряжения питания.

### 4.7.6 Измерения среднеквадратичного значения напряжения (*U*)

#### 4.7.6.1 Методы

См. приложение A.

Сплошное измерение с калибровкой нулевой точки не требуется.

#### 4.7.6.2 Номинальный рабочий диапазон

Требования основной погрешности распространяются на номинальные диапазоны, приведенные в таблице 24:

Таблица 24 – Номинальный рабочий диапазон при измерении среднеквадратичного значения напряжения

| Тип PMD | Установленный измерительный диапазон | Минимальная ширина полосы (гармоники) | Коэффициент амплитуды |
|---|---|---|---|
| PMD xS | 20 % $U_n$ до 120 % $U_n$<br>см. примечание | от 45 Гц до 15–кратной нормированной частоты или<br>постоянный ток и от 45 Гц до 15–кратной нормированной частоты | 1,5 |
| PMD xD | Как задано изготовителем | от 45 Гц до 15–кратной нормированной частоты или<br>постоянный ток и от 45 Гц до 15–кратной нормированной частоты | 1,5 |
| Примечание – Между 20 % $U_n$ и 50 % $U_n$, PMD, использующее схемы частотного детектирования, не работающее во всем номинальном диапазоне, может измерять напряжение по последнему последовательно измеренному значению частоты. | | | |

#### 4.7.6.3 Таблица основной погрешности

Основная погрешность при нормальных условиях не должна превышать пределы, приведенные в таблице 25.

Таблица 25 – Основная погрешность при измерении среднеквадратичного значения напряжения

| Установленный измерительный диапазон | | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции *C* [a) b)] | Ед. изм |
|---|---|---|---|
| Значение тока для PMD xD прямого подключения | Значение тока для PMD xS, управляемого датчиком | | |
| $U_{min} \le U \le U_{max}$ [c)] | $U_{min} \le U \le U_{max}$ [c)] | ±1,0 Ч *C* | % |
| [a)] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции *C* являются: 0,05 – 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2.<br>[b)] Допустимые значения и формула для расчета класса рабочих характеристик системы PMD с внешним датчиком тока или с внешним датчиком напряжения приведены в приложении D.<br>[c)] Изготовитель может определить $U_{max}$ и $U_{min}$ с учетом минимального измерительного диапазона таблицы 24. | | | |

#### 4.7.6.4 Пределы отклонений, обусловленные влияющими величинами

Дополнительные отклонения, обусловленные влияющими величинами, по отношению к нормальным условиям, указанным в 4.5.1, не должны превышать пределы для соответствующего класса рабочих характеристик, приведенные в таблице 26.

Т а б л и ц а 26 – Влияющие величины при измерении среднеквадратичного значения напряжения

| Влияющие величины | | Установленный измерительный диапазон [b] | | Температурный коэффициент для PMD класса рабочих характеристик функции $C$ [a] | Ед. изм |
|---|---|---|---|---|---|
| Тип влияния | Диапазон влияния | Значение тока для PMD xD прямого подключения | Значение тока для PMD xS, управляемого датчиком | | |
| Температура окружающей среды | В соответствии с номинальным рабочим диапазоном по таблице 5 и таблице 6 | $U_{min} \le U \le U_{max}$ | $U_{min} \le U \le U_{max}$ | 0,05 Ч $C$ | %/K |
| | | | | Пределы отклонения для PMD класса рабочих характеристик функции $C$ [a] | |
| Вспомогательное напряжение питания [c] | Нормированное напряжение ±15 % | $U_{min} \le U \le U_{max}$ | $U_{min} \le U \le U_{max}$ | 0,1 Ч$C$ | % |

[a] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции $C$ являются: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2.

[b] Изготовитель может определить $U_{max}$ и $U_{min}$ с учетом установленного измерительного диапазона таблицы 24.

[c] Эти пределы установлены для PMD с питанием от сети. В случае большего динамического напряжения питания переменного или постоянного тока испытания проводятся, по крайней мере, при нижнем значении входного сигнала и верхнем значении входного сигнала этого диапазона. В любом случае, PMD должны соответствовать требованию для всех установленных диапазонов напряжения питания.

#### 4.7.7 Измерения коэффициента мощности ($PF_A$, $PF_V$)

##### 4.7.7.1 Методы

См. приложение A.

##### 4.7.7.2 Номинальный рабочий диапазон

Требования основной погрешности распространяются на следующие номинальные диапазоны:

- Напряжение: 50 % $U_n$ до $U_{max}$, или
- Ток: для PMD Dx: 20 % $I_b$ до $I_{max}$,
  для PMD Sx: 10 % $I_n$ до $I_{max}$

##### 4.7.7.3 Таблица основной погрешности

Основная погрешность при нормальных условиях не должна превышать пределы, указанные в таблице 27:

Таблица 27 – Таблица основной погрешности при измерении коэффициента мощности

| Установленный измерительный диапазон | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции *C* [a) b)] | Ед. изм. |
|---|---|---|
| от 0,5 при индуктивной нагрузке до 0,8 при емкостной нагрузке | ± 1,0 Ч *C* | [c)] |
| [a)] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции *C* являются: 0,5 – 1 – 2 – 5 – 10.<br>[b)] Допустимые значения и формула для расчета класса рабочих характеристик системы PMD с внешним датчиком тока или датчиком напряжения приведены в приложении D.<br>[c)] Единицы измерения отсутствуют. | | |

##### 4.7.7.4 Пределы отклонений, обусловленные влияющими величинами

Дополнительные отклонения, обусловленные основными погрешностями, рассчитываются согласно таблице 9 и таблице 15 для коэффициента мощности 1 и 0,5 при индуктивной нагрузке, в пределах номинальных рабочих диапазонов с учетом худшей комбинации погрешностей.

#### 4.7.8 Измерения кратковременной дозы фликера ($P_{st}$) и длительной дозы фликера ($P_{lt}$)

##### 4.7.8.1 Методы

См. IEC 61000-4-15.

##### 4.7.8.2 Номинальный рабочий диапазон

Требования основной погрешности распространяются на следующий номинальный диапазон:

- напряжение: 80 % $U_n$ до $U_{max}$

##### 4.7.8.3 Таблица основной погрешности

Основная погрешность при нормальных условиях не должна превышать пределы, указанные в таблице 28:

Таблица 28 – Таблица основной погрешности при измерении фликера

| Установленный измерительный диапазон | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции *C* [a)] | Ед. изм. |
|---|---|---|
| от 0,4 до 2 | ± 1,0 Ч *C* | % |
| [a)] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции *C* являются: 0,5 – 1 – 2 – 5 – 10. | | |

#### 4.7.9 Измерения провала напряжения ($U_{dip}$) и выброса напряжения ($U_{swl}$)

##### 4.7.9.1 Методы

См. Приложение A.

Требуется сплошное измерение с калибровкой нулевой точки.

Применяются требования, установленные в IEC 61000-4-30 (пункт 5.4), со следующими изменениями:

- в этой части требуется либо фиксированное напряжение либо скользящее опорное напряжение сравнения с фильтром первого порядка постоянной времени в одну минуту в качестве порогового значения для определения провалов напряжения или выбросов напряжения;
- в этой части не требуется синхронизации на пересечении нуля основной гармоникой напряжения.

#### 4.7.9.2 Номинальный рабочий диапазон

Требования основной погрешности распространяются на номинальные диапазоны, приведенные в таблице 29.

Таблица 29 – Номинальный рабочий диапазон при измерении провалов и выбросов напряжения

| Тип PMD | Минимальный разброс пороговых значений, устанавливаемый для провала напряжения | Минимальный разброс пороговых значений, устанавливаемый для выброса напряжения |
|---|---|---|
| PMD xS | от 5 %$U_n$ до 100 %$U_n$ | от 100 %$U_n$ до 120 %$U_n$ |
| PMD xD | Как установлено изготовителем | Как установлено изготовителем |

Минимальная длительность определения должна быть равна, по крайней мере, одному периоду измеренного напряжения.

#### 4.7.9.3 Таблица основной погрешности

Основная погрешность при нормальных условиях не должна превышать пределы, указанные в таблице 30.

Таблица 30 – Таблица основной погрешности при измерении провалов напряжения и выбросов напряжения

| Установленный измерительный диапазон | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции *C* [a) b) c)] | Ед. изм. |
|---|---|---|
| Провалы напряжения, остаточные напряжения и перенапряжение выбросов | ± 1,0 Ч *C* | %$U_n$ |
| Длительность провалов напряжения и выбросов напряжения | Один период на частоте сети | мс[d)] |

[a)] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции *C* являются: 0,1 – 0,2– 0,5 – 1 – 2.
[b)] Допустимые значения и формула для расчета класса рабочих характеристик системы PMD с внешним датчиком напряжения приведены в приложении D.
[c)] Погрешность длительности провала напряжения или выброса напряжения равна погрешности начала провала напряжения или выброса напряжения (половина цикла), плюс погрешность окончания провала напряжения или выброса напряжения (половина цикла).
[d)] Это постоянная погрешность.

#### 4.7.9.4 Пределы отклонений, обусловленные влияющими величинами

Дополнительные отклонения, обусловленные влияющими величинами, по отношению к нормальным условиям, указанным в 4.5.1, не должны превышать пределы для соответствующего класса рабочих характеристик, приведенные в таблице 31.

Таблица 31 – Влияющие величины при измерении провалов напряжения и выбросов напряжения

| Влияющие величины | | Установленный измерительный диапазон [b)] | | Температурный коэффициент для PMD класса рабочих характеристик функции *C* [a)] | Ед. изм. |
|---|---|---|---|---|---|
| Тип влияния | Диапазон влияния | Значение тока для PMD xD прямого подключения | Значение тока для PMD xS, управляемого датчиком | | |
| Температура окружающей среды | В соответствии с нормированным рабочим диапазоном по таблице 5 и таблице 6 | $U_{min} \le U \le U_{max}$ | $U_{min} \le U \le U_{max}$ | 0,05 Ч *C* | %/K |
| | | | | Пределы отклонения для PMD класса рабочих характеристик функции C [a)] | |
| Вспомогательное напряжение питания [c)] | нормированное напряжение ±15 % | $U_{min} \le U \le U_{max}$ | $U_{min} \le U \le U_{max}$ | 0,1 Ч*C* | %$U_n$ |

*Окончание таблица 31*

| Влияющие величины | | Установленный измерительный диапазон [b] | | Температурный коэффициент для PMD класса рабочих характеристик функции *C* [a] | Ед. изм. |
|---|---|---|---|---|---|
| Тип влияния | Диапазон влияния | Значение тока для PMD xD прямого подключения | Значение тока для PMD xS, управляемого датчиком | | |
| Частота | нормированная частота ±10 % | $U_{min} \le U \le U_{max}$ | $U_{min} \le U \le U_{max}$ | 0,5 ЧС | %$U_n$ |

[a] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции *C* являются: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2.
[b] Изготовитель может определить $U_{max}$ и $U_{min}$ с учетом минимального измерительного диапазона таблицы 29.
[c] Эти пределы установлены для PMD с питанием от сети. В случае большего диапазона напряжения питания переменного или постоянного тока испытания проводятся, по крайней мере, при нижнем значении входного сигнала и верхнем значении входного сигнала этого диапазона. В любом случае, PMD должны соответствовать требованию для всех установленных диапазонов напряжения питания.

### 4.7.10 Измерения переходного перенапряжения ($U_{tr}$)

#### 4.7.10.1 Методы

См. IEC 61000-4-30 (приложение A).

Требуется сплошное измерение с калибровкой нулевой точки.

Нормальная форма волны сигнала: 1,2/50 мкс в соответствии с IEC 61000-4-30.

#### 4.7.10.2 Номинальный рабочий диапазон

Требования основной погрешности применяются в пределах номинальных диапазонов, указанных в таблице 32.

#### 4.7.10.3 Таблица основной погрешности

Основная погрешность при нормальных условиях не должна превышать пределы, указанные в таблице 32.

Таблица 32 – Таблица основной погрешности при измерении переходного перенапряжения

| Установленный измерительный диапазон для PMD класса рабочих характеристик функции *C* | Пределы основной погрешности для PMD | Разрешение при измерении длительности [b] |
|---|---|---|
| от 0 до $U_{tr}$ [a] | ± 3,0 % Ч $U_{tr}$ | 5 мкс |

[a] Рекомендуемыми значениями для заданного измерительного диапазона являются: 6 кВ – 4 кВ – 2,5 кВ – 1,5 кВ – 0,8 кВ.
[b] Измерение длительности не обязательно. Если оно предусмотрено, то оно должно составлять 50 % от пикового значения переходного процесса.

### 4.7.11 Измерения прерывания напряжения ($U_{int}$)

#### 4.7.11.1 Методы

См. приложение A.

Требуется сплошное измерение с калибровкой нулевой точки.

Применяются требования, установленные в IEC 61000-4-30 (подраздел 5.4), за исключением того, что в этой части не требуется синхронизации на пересечении нуля основной гармоникой напряжения.

Примечание – Это измерение возможно только, если нейтральный провод подключен к PMD.

#### 4.7.11.2 Номинальный рабочий диапазон

Изготовитель должен выбрать хотя бы одно значение для порога определения прерывания напряжения в диапазоне от 1 % до 5 % $U_n$.

Минимальная длительность определения должна быть равна, по крайней мере, одному периоду измеренного напряжения.

#### 4.7.11.3 Таблица основной погрешности

Основная погрешность при нормальных условиях не должна превышать пределы, указанные в таблице 33.

Таблица 33 – Таблица основной погрешности при измерении прерывания напряжения

| Установленный измерительный диапазон | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции $C$ [a) b)] | Ед. изм. |
|---|---|---|
| Прерывания от 0 % до 5 %$U_n$. | ± 1,0 Ч $C$ | %$U_n$ |
| Длительность прерывания | Менее двух периодов на частоте сети | мс [c)] |
| [a)] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции $C$ являются: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2.<br>[b)] Допустимые значения и формула для расчета класса рабочих характеристик системы PMD с внешним датчиком напряжения приведены в Приложении D.<br>[c)] Это постоянная погрешность. | | |

### 4.7.12 Измерения несимметрии напряжений ($U_{nb}$, $U_{nba}$)

#### 4.7.12.1 Методы

См. приложение А.

Требуется сплошное измерение с калибровкой нулевой точки.

Согласно техническим требованиям изготовителя должна быть реализована одна из следующих функций:

- несимметрия напряжений по амплитуде ($U_{nba}$): см. приложение А.
- несимметрия напряжений по амплитуде и фазе ($U_{nb}$): см. IEC 61000-4-30.

#### 4.7.12.2 Номинальный рабочий диапазон

Требования основной погрешности распространяется на следующий номинальный диапазон:

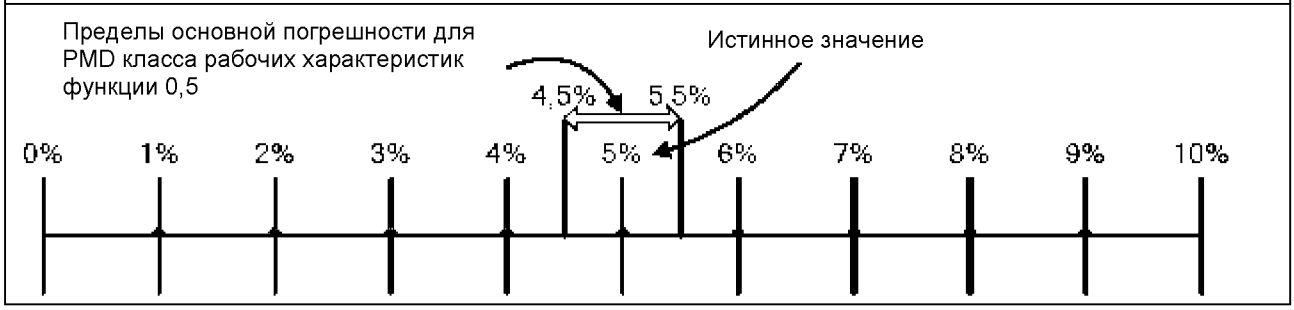
- от 80 %до 120 % $U_n$

#### 4.7.12.3 Таблица основной погрешности

Основная погрешность при нормальных условиях не должна превышать пределы, указанные в таблице 34:

Таблица 34 – Таблица основной погрешности при измерении несимметрии напряжений

| Указанный диапазон $U_{nb}$ или $U_{nba}$ | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции $C$ | Разрешение | Ед. изм. |
|---|---|---|---|
| от 0 % до 10 % | ± 1 Ч $C$ [b] | ± 0,1 | % |
| [a] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции $C$ являются: 0,2 – 0,5 – 1. | | | |
| [b] На рисунке ниже показан пример пределов погрешности для класса 0,5: | | | |




### 4.7.13 Измерения гармоник напряжения ($U_h$) и суммарного коэффициента гармонических искажений по напряжению ($THD_u$ и $THD\text{-}R_u$)

#### 4.7.13.1 Методы

Изготовитель должен указать частоту выборки, количество рядов, окон и методы фильтрации, а также метод агрегации.

Примечание 1 – Соответствие IEC 61000-4-7 не является обязательным.

Сплошное измерение с калибровкой нулевой точки не требуется.

Примечание 2 – Если сплошное измерение с калибровкой нулевой точки не выполняется, тогда могут быть измерены только установившиеся и квазиустановившиеся гармоники.

#### 4.7.13.2 Номинальный рабочий диапазон

Требования основной погрешности распространяется на номинальный диапазон, указанный в таблице 35:

Таблица 35 – Номинальный рабочий диапазон при измерении гармоник напряжения

| Тип PMD | Минимальная ширина полосы | Частотный диапазон основной гармоники |
|---|---|---|
| PMD | 15-кратная нормированная частота | от 45 до 65 Гц |

#### 4.7.13.3 Таблица основной погрешности

Погрешность, указанная в таблицах 36 и 37, распространяется на однотональный установившийся гармонический сигнал при всех рабочих условиях.

Таблица 36 – Таблица основной погрешности при измерении гармоник напряжения

| Установленный измерительный диапазон | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции $C$ [a) b)] | Ед. изм. |
|---|---|---|
| $U_h > 3$ Ч $U_n$ Ч C/100 | ± 5,0 | % $U_h$ |
| $U_h \leq 3$ Ч $U_n$ Ч C/100 | ± 0,15 Ч $C$ | % $U_n$ |
| [a)] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции $C$ являются: 1 – 2 – 5.<br>[b)] Допустимые значения и формула для расчета класса рабочих характеристик системы PMD с внешним датчиком напряжения приведены в приложении D. | | |

Таблица 37 – Таблица основной погрешности при измерении $THD_u$ и $THD\text{-}R_u$

| Установленный измерительный диапазон для THD | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции $C$ [a) b)] | Ед. изм. |
|---|---|---|
| От 0 до 20 % | ± 0,3 Ч $C$ [c)] | пункт [c)] |
| [a)] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции $C$ являются: 1 – 2 – 5.<br>[b)] Допустимые значения и формула для расчета класса рабочих характеристик системы PMD с внешним датчиком напряжения приведены в приложении D.<br>[c)] 0,3 Ч $C$ является постоянной погрешностью. Например, при 10 %THD, если $C$ = 1, измеренное значение может быть между 9,7 и 10,3. | | |

### 4.7.14 Измерения гармоник тока ($I_h$) и суммарного коэффициента гармонических искажений по току THD ($THD_i$ and $THD\text{-}R_i$)

#### 4.7.14.1 Методы

В соответствии с техническими требованиями изготовителя: частота выборки, количество рядов, окон и методы фильтрации, а также метод агрегации.

Сплошное измерение с калибровкой нулевой точки не требуется.

Примечание – Если сплошное измерение с калибровкой нулевой точки не выполняется, тогда могут быть измерены только установившиеся и квазиустановившиеся гармоники.

#### 4.7.14.2 Номинальный рабочий диапазон

Требования основной погрешности распространяется на номинальный диапазон, указанный в таблице 38:

Таблица 38 – Номинальный рабочий диапазон при измерения гармоник тока

| Тип PMD | Минимальная ширина полосы | Частотный диапазон основной гармоники |
|---|---|---|
| PMD | 15-кратная нормированная частота | от 45 до 65 Гц |

#### 4.7.14.3 Таблица основной погрешности

Погрешность, указанная в таблицах 39 и 40, распространяется на однотональный установившийся гармонический сигнал при всех рабочих условиях.

Таблица 39 – Таблица основной погрешности при измерении гармоник тока

| Тип PMD | Установленный измерительный диапазон | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции *C* [a] [b] | Ед. изм. |
|---|---|---|---|
| PMD-Sx | $I_h > 10 \times I_n \times C/100$ | ± 5,0 | % $I_h$ |
| | $I_h \leq 10 \times I_n \times C/100$ | ± 0,5 × *C* | % $I_n$ |
| PMD-Dx | $I_h > 10 \times I_b \times C/100$ | ± 5,0 | % $I_h$ |
| | $I_h \leq 10 \times I_b \times C/100$ | ± 0,5 × *C* | % $I_b$ |
| [a] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции *C* являются: 1 – 2 – 5. | | | |
| [b] Допустимые значения и формула для расчета класса рабочих характеристик системы PMD с внешним датчиком тока приведены в Приложении D. | | | |

Таблица 40 – Таблица основной погрешности при измерении $THD_i$ и $THD\text{-}R_i$

| Установленный измерительный диапазон | Пределы основной погрешности для PMD класса рабочих характеристик функции *C* [a] [b] | Ед. изм. |
|---|---|---|
| От 0 до 100 % | ± 0,3 × *C* [c] | пункт [c] |
| От 100 до 200 % | ±0,3 × *C* × *THD*/100 [d] | пункт [c] |
| [a] Допустимыми значениями для класса рабочих характеристик функции *C* являются: 1 – 2 – 5.<br>[b] Допустимые значения и формула для расчета класса рабочих характеристик системы PMD с внешним датчиком тока приведены в Приложении D.<br>[c] 0,3 × *C* является абсолютной погрешностью. Например, при 10 %THD, если *C* = 1, измеренное значение может быть между 9,7 и 10,3.<br>[d] THD это измеренное значение THD тока, выраженного в %. | | |

### 4.7.15 Измерения минимального, максимального, пикового, среднего значения трехфазной системы и величины электропотребления

#### 4.7.15.1 Номинальный рабочий диапазон

Номинальный рабочий диапазон должен устанавливать изготовитель.

#### 4.7.15.2 Таблица основной погрешности

Погрешность этих значений (минимального, максимального, ...) должна быть такой же, как погрешности соответствующих измерений, используемых для вычисления этих значений.

Например, PMD, претендующее на рабочие характеристики класса *C* по измерению мощности, должно соответствовать такому же классу рабочих характеристик *C* для измерения потребления электроэнергии, если это применимо.

Методы расчета приведены в приложении B.

### 4.8 Требования к функциям PMD-A

Погрешности измерения, методы измерений, измерительные диапазоны, методы испытаний должны соответствовать классу A по IEC 61000-4-30, и дополнительным характеристикам, приведенным в таблице 41 ниже.

В зависимости от цели измерения, все или ряд функций, приведенных в таблице 41, должны быть измерены.

Примечание – В соответствии с договором могут быть востребованы все функции, приведенные в таблице 41.

Любая «функция оценки качества электроэнергии» PMD-A должна соответствовать методам измерения и погрешности измерения, установленным в IEC 61000-4-30 для класса A.

Каждая функция должна соответствовать IEC 61000-4-30 в пределах рабочих условий, указанных в 4.5.2 настоящего стандарта.

Для PMD-A максимальное отклонение, вызванное изменением температуры окружающей среды в пределах установленного рабочего диапазона температур в соответствии с 4.5, не должно превышать 1,0 × погрешность измерения по IEC 61000-4-30. Изготовители должны установить отклонение, как требуется согласно примечанию 2, подраздел 4.1 IEC 61000-4-30.

Таблица 41 – Дополнительные характеристики PMD-A

| Функция | Иные дополнительные характеристики |
|---|---|
| $f$ | Рабочий диапазон: 50 %$U_{din}$ до $U_{max}$ или 1 %$U_{din}$ до $U_{max}$, если провалы и выбросы представляют проблему.<br>См. примечание. |
| $U$ | Нет дополнительных характеристик. |
| $P_{st}$, $P_{lt}$ | Нет дополнительных характеристик. |
| $U_{dip}$ | Порог устанавливается от 50 %до 120 %$U_{din}$;<br>Гистерезис: 2 %$U_{din}$ |
| $U_{swl}$ | Порог устанавливается от 50 %до 120 %$U_{din}$;<br>Гистерезис: 2 %$U_{din}$ |
| $U_{int}$ | Порог устанавливается от 0,5 %до 10 %$U_{din}$;<br>Погрешность измерения длительности < 2 цикла |
| $U_{nb}$ | Предел выбирается от 0 %до 5%;<br>Разрешение: 0,05 %минимальное |
| $U_h$ | Требуется измерять до 50-го ряда, следовательно, минимальная ширина полосы частот должна составлять не менее: нормированная частота Ч 51. |
| $I_h$ | Нет дополнительных характеристик. |
| $M_{SV}$ | Порог выбирается от 0,1 %до 10 %$U_{din}$; |
| Примечание – Между 1 %$U_{din}$ и 50 %$U_{din}$ PMD, использующее схемы частотного детектирования, может измерять напряжение по последнему последовательно измеренному значению частоты. | |

### 4.9 Общие механические требования

#### 4.9.1 Требования к вибрации

Требования к передвижной аппаратуре установлены в IEC 61557-1. Требования для стационарной аппаратуры изложены ниже:

- амплитуда: 0,35 мм;
- частота: 25 Гц;
- длительность: 20 мин в каждом из 3-х направлений;
- к испытуемому PMD должно быть подключено питание.

Функции PMD должны оставаться в пределах технических требований в процессе испытания.

#### 4.9.2 Требования к степени защиты, обеспечиваемой оболочками

Изготовитель должен указать в документации степень защиты, обеспечиваемая оболочкой, в соответствии с IEC 60529. В таблице 42 приведены минимальные требования к степени защиты, обеспечиваемой оболочкой, для различных видов корпусов PMD:

Таблица 42 – Минимальные требования к степени защиты для PMD

| Вид PMD | Передняя панель | Корпус, кроме передней панели |
|---|---|---|
| Стационарное PMD<br>→ устройства панельного монтажа. | IP 40 | IP 2X |
| Стационарное PMD<br>→ модульные устройства, фиксируемые на ДИН-рейках в распределительном щите. | IP 40 | IP 2X |
| Стационарное PMD<br>→ корпусные устройства, фиксируемые на ДИН-рейках в распределительном щите. | IP 2X | IP 2X |
| Передвижное PMD | IP 40 | IP 40 |

### 4.10 Требования безопасности

PMD должны соответствовать требованиям по безопасности IEC 61010, а также требованиям следующих подразделов.

Примечание 1 – Требование класса II, как указано в IEC 61557-1, не является обязательным.

Примечание 2 – Классы защиты установлены в IEC 61140.

#### 4.10.1 Воздушные зазоры и длина пути утечки тока

Зазоры и длины пути утечки тока должны быть выбраны, по крайней мере, в соответствии с:
- степенью загрязнения 2;
- категорией измерения III для измерительных входных цепей;
- категорией перенапряжения III для токовых цепей.

Примечание 1 – Категория измерения установлена в IEC 61010-2-030.

Примечание 2 –Для передвижной аппаратуры категория перенапряжения II приемлема только для токовых цепей с питанием от штепсельной розетки.

#### 4.10.2 Подключение стационарных PMD с трансформатором тока

Соединения токовых входов должны быть сконструированы таким образом, чтобы предотвращать разрыв в цепи, в случае, когда опасная ситуация может быть результатом непреднамеренного отсоединения трансформатора тока от PMD. Это условие может быть достигнуто либо съемными автоматическими закорачивающими перемычками, либо привинчиваемыми разъемами, либо фиксированными разъемами, либо внешними защитными устройствами, или защитными устройствами, встроенными в трансформатор тока.

#### 4.10.3 Подключение PMD с датчиком высокого напряжения

Подключение PMD xS или PMD xD с внешними датчиками высокого напряжения (например, для систем с номинальным напряжением выше 1 000 В переменного тока и 1 500 В постоянного тока) допускается при условии, что конструктивные особенности таких датчиков предотвращают любые риски.

#### 4.10.4 Доступные части

Применяются требования к доступным частям в соответствии с IEC 61010.

Цепи, предназначенные для подсоединения к внешней доступной цепи, рассматриваются как доступные проводящие части, например, цепи связи.

Коммуникационный порт, который может быть подключен к системе передачи данных, должен также рассматриваться как доступная токопроводящая часть.

Требуется защита доступных токопроводящих частей от условия единичного нарушения.

Примечание – Основная изоляция не является достаточной защитой от условия единичного нарушения. Примерами соответствующей изоляции являются двойная или усиленная изоляция и т. д., см. IEC 61010.

#### 4.10.5 Опасные токоведущие части

В распределительной системе нейтральный проводник считается опасной токоведущей частью.

### 4.11 Аналоговые выходы

#### 4.11.1 Общие требования

Общая погрешность каждого аналогового выхода, представляющего измеряемый параметр, должна быть в пределах погрешности, установленной для измерения этого параметра в разделе 4, если не указано иное.

Примечание 1 – Для испытания аналоговых выходов см. 6.1.11. Для PMD, оснащенного аналоговыми выходами, применяются требования, установленные в 4.11.5.

Примечание 2 – Аналоговый выходной сигнал силы тока должен быть от 4 до 20 мА, но возможно также от 0 до 20 мА.

Примечание 3 – Предпочтительный выходной сигнал напряжения от 0 до 10 В. Напряжения от 0 В до ± 1 В и от 0 В до 10 В также возможны.

#### 4.11.2 Выходное напряжение блока питания

Выходные сигналы силы тока должны иметь выходное напряжение блока питания не менее 10 В. Фактическое выходное напряжение блока питания должно быть указано в сопроводительной документации (см. 5.2).

При проведении испытаний в соответствии с испытаниями выходного напряжения блока питания по 6.1.11.2, погрешность аналогового выхода не должна превышать (2 Ч *C*) % от полной шкалы для PMD с аналоговым выходом класса рабочих характеристик *C*.

#### 4.11.3 Содержание пульсаций аналогового выхода

При проведении испытаний в соответствии с 6.1.11.3 максимальное содержание пульсаций в выходном сигнале для выхода класса рабочих характеристик *C* не должно превышать (2 Ч *C*) % полной шкалы максимального установленного выходного сигнала.

#### 4.11.4 Время срабатывания аналогового выхода

Время отклика аналогового выхода в соответствии с 6.1.11.4, как для возрастающих, так и убывающих входных сигналов, если они отличаются, должно быть указано в сопроводительной документации (см. 5.2).

#### 4.11.5 Предельное значение выходного аналогового сигнала

Выходной сигнал должен ограничиваться максимум двойным значением установленного максимального выходного сигнала. Для биполярных выходов данное требование устанавливается к обоим направлениям.

При проведении испытаний в соответствии с 6.1.11.5, если измерение лежит не между нижним и верхним значениями, представленными максимальным и минимальным выходным сигналами, то при любых рабочих условиях кроме потери вспомогательной энергии, счетчик не должен генерировать выходной сигнал, имеющий значение между максимальным и минимальным выходными сигналами.

#### 4.11.6 Импульсные выходные сигналы

Для импульсных выходных сигналов применяется подраздел 4.1 IEC 62053-31 (функциональные требования).

## 5 Маркировка и руководство по эксплуатации

Маркировка и руководство по эксплуатации должны соответствовать требованиям IEC 61010 и IEC 61557-1, если иное не указано в настоящем стандарте.

### 5.1 Маркировка

Применяются требования к маркировке, установленные в IEC 61010. Дополнительно, но не противореча установленным требованиям, следующая маркировка должна быть четкой и несмываемой:

- монтажные схемы или символ 14 в соответствии с IEC 61010-1;
- при необходимости, также внутри устройства, серийный номер, год изготовления и обозначение типа.

### 5.2 Руководство по монтажу и эксплуатации

Применяется руководство по эксплуатации в соответствии с IEC 61010. Дополнительно, но не противореча установленным, применяются следующие требования:

#### 5.2.1 Общие характеристики

Следующие характеристики должны быть документально оформлены:

- периодичность калибровки, если требуется калибровка;
- нормированное напряжение в одной из следующих форм:
- количество активных проводников соединительной системы, если их более одного, и применимое напряжение на зажимах цепи (ей) напряжения PMD;
- номинальное напряжение системы или вторичное напряжение измерительного трансформатора, к которому подключается PMD;
- для подключенного напрямую PMD, выраженный базовый ток ($I_b$) и максимальный ток ($I_{max}$). Например: 10-40 А или 10 (40) А для PMD, имеющего базовый ток 10 А и максимальный ток 40 А;
- для PMD, управляемых трансформаторами тока, нормированный вторичный ток ($I_n$) трансформатора(ов), и максимальный вторичный ток ($I_{max}$) трансформатора, к которому должно быть подключено PMD. Например:/5 (6,5) А.
- для управляемого датчиком PMD, основные характеристики соответствующего входа PMD. Например: 1 В/1 000 А;
- нормированная частота или диапазон частот, Гц;
- постоянная счетчика для измерения энергии, если таковая имеется;
- время срабатывания, если более 15 с.

#### 5.2.2 Существенные характеристики

##### 5.2.2.1 Характеристики PMD

Характеристики PMD должны быть приведены в таблице, как указано в таблице 43, со следующими пунктами:

a) функция оценки качества электроэнергии (при наличии);
b) классификация PMD по 4.3;
c) температура в соответствии с 4.5.2.1 и 4.5.2.2;

d) условия влажности и высоты в соответствии с 4.5.2.3;

e) класс рабочих характеристик функции потребления активной мощности или активной энергии (если таковые имеются) в соответствии с 4.7.1.

Последовательность символов функции должна быть следующей:

Таблица 43 – Форма технических требований PMD

| Тип характеристики | Примеры возможного значения характеристики | Иные дополнительные характеристики |
|---|---|---|
| Функция оценки качества электро-энергии (если таковая имеется) | A или прочерк | |
| Классификация PMD согласно 4,3 | SD или DS или DD или SS | |
| Температура | K40 или K55 или K70 или Kx | |
| Влажность + высота | прочерк или расширенные значения | |
| Класс рабочих характеристик потребления активной мощности или функции активной энергии (если функция доступна) | 0,1 или 0,2 или 0,5 или 1 или 2 | |

Примечание – Настоятельно рекомендуется, чтобы в перечне были все пункты, и указаны только существующие.

**5.2.2.2 Характеристики функций**

Характеристики функции PMD должны быть приведены в таблице, как указано в таблице 44 со следующими пунктами:

a) символы функции, приведенные в таблице 44;

b) класс рабочих характеристик функции в соответствии с настоящим стандартом;

c) измерительный диапазон для установленного класса рабочих характеристик;

d) другие дополнительные характеристики.

Последовательность символов функций должна быть следующей:

Таблица 44 – Шаблон технических требований характеристик

| Символы функции | Класс рабочих характеристик функции в соответствии с IEC 61557-12 | Измерительный диапазон | Иные дополнительные характеристики |
|---|---|---|---|
| $P$ | | | |
| $Q_A$, $Q_V$ | | | |
| $S_A$, $S_V$ | | | |
| $E_a$ | | | |
| $E_{rA}$, $E_{rV}$ | | | |
| $E_{apA}$, $E_{apV}$ | | | |
| $f$ | | | |
| $I$ | | | |
| $I_N$, $I_{Nc}$ | | | |
| $U$ | | | |
| $PF_A$, $PF_V$ | | | |
| $P_{st}$, $P_{lt}$ | | | |
| $U_{dip}$ | | | |
| $U_{swl}$ | | | |
| $U_{tr}$ | | | |
| $U_{int}$ | | | |
| $U_{nba}$ | | | |
| $U_{nb}$ | | | |
| $U_h$ | | | |
| $THD_u$ | | | |
| $THD\text{-}R_u$ | | | |
| $I_h$ | | | |
| $THD_i$ | | | |
| $THD\text{-}R_i$ | | | |
| $M_{SV}$ | | | |

Примечание – Настоятельно рекомендуется, чтобы в перечне были все пункты, и указаны только существующие.

#### 5.2.2.3 Характеристики «функций оценки качества электроэнергии»

Характеристики «функций оценки качества электроэнергии» PMD должны быть приведены в таблице, как указано в таблице 45, со следующими пунктами:

a) символы функции, как определено в таблице 45;
b) класс рабочих характеристик функции в соответствии с настоящим стандартом;
c) измерительный диапазон для установленного класса рабочих характеристик;
d) другие дополнительные характеристики;
e) класс метода измерения в соответствии с IEC 61000-4-30.

Последовательность символов функций, должна быть следующей:

Таблица 45 – Шаблон технических требований характеристик

| Символы функции | Класс рабочих характеристик функции согласно IEC 61557-12 | Измерительный диапазон | Иные дополнительные характеристики | Класс согласно IEC 61000-4-30, если имеется |
|---|---|---|---|---|
| $f$ | | | | |
| $I$ | | | | |
| $I_N$, $I_{Nc}$ | | | | |
| $U$ | | | | |
| $P_{st}$, $P_{lt}$ | | | | |
| $U_{dip}$ | | | | |
| $U_{swl}$ | | | | |
| $U_{int}$ | | | | |
| $U_{nba}$ | | | | |
| $U_{nb}$ | | | | |
| $U_h$ | | | | |
| $I_h$ | | | | |
| *Msv* | | | | |

Примечание – Настоятельно рекомендуется, чтобы в перечне были все пункты, и указаны только существующие.

### 5.2.3 Характеристики безопасности

#### 5.2.3.1 Изоляция между цепями

По соображениям безопасности доступные части должны быть определены и задокументированы.

Изготовитель должен в соответствии с IEC 61010 указать тип изоляции, используемой между каждой независимой цепью (например, основная изоляция, двойная или усиленная изоляция и т. д.).

## 6 Испытания

Измерительная аппаратура должна быть испытана в соответствии с IEC 61557-1, если не указано иное.

Все испытания должны проводиться при нормальных условиях, если не указано иное. Нормальные условия приведены в 4.5.1 настоящего стандарта.

### 6.1 Испытания типа PMD

Испытания типа проводят для проверки соответствия требованиям 4.7, 4.6 и 4.5. Для некоторых из них испытания влияющих величин на некоторые функции могут быть объединены, при необходимости, (например, испытание влияния температуры на измерение активной мощности может быть проведено одновременно с испытанием влияния температуры на измерение напряжения и тока).

#### 6.1.1 Испытание влияния температуры

Температурный коэффициент определяется для всего рабочего диапазона. Рабочий диапазон температур должен быть поделен на широкие диапазоны по 20 К. Затем температурный коэффициент определяется для каждого из этих диапазонов, проводя измерения на 10 К выше и 10 К ниже среднего значения в диапазоне. Во время испытания температура ни в коем случае не должна выходить за пределы установленного рабочего диапазона температур.

Указанный температурный коэффициент должен быть наибольшим.

### 6.1.2 Активная мощность

#### 6.1.2.1 Влияние гармоник в цепях тока и напряжения

Условия испытания должны быть следующими:

- ток частоты основной гармоники: $I_1$ = 50 %от $I_{max}$;
- напряжения частоты основной гармоники: $U_1 = U_n$;
- коэффициент мощности частоты основной гармоники: 1;
- содержание 5-й гармоники напряжения: $U_5$ = 10 %от $U_n$;
- содержание 5-й гармоники тока: $I_5$ = 40 %$I_1$;
- коэффициент мощности гармоники: 1;
- основные и гармонические напряжения находятся в фазе, при пересечении нуля на положительном направлении оси;
- суммарная активная мощность 1,04 Ч $P_1$ = 1,04 Ч $U_1$ Ч $I_1$.

#### 6.1.2.2 Влияние нечетных гармоник в цепи тока

Пиковое значение испытательной формы волны должно быть равным √ 2 Ч $I_b$ или √ 2 Ч $I_n$.

Должна быть создана следующая испытательная форма волны тока:

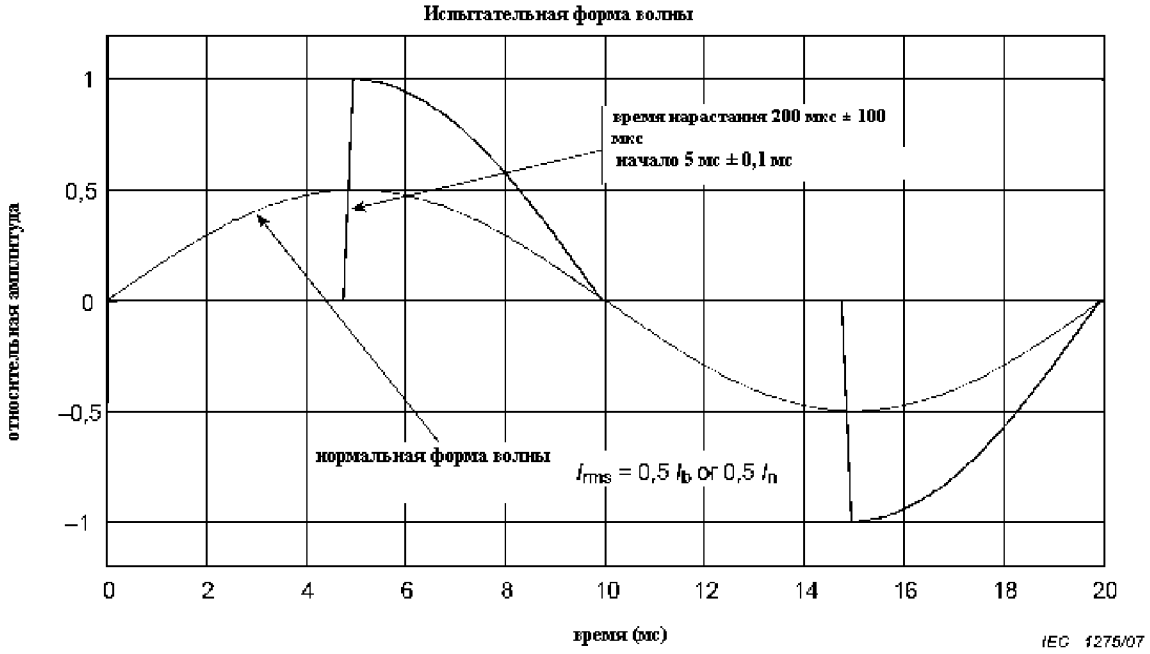



Рисунок 4 – Форма волны для испытания влияния нечетных гармоник на измерение активной мощности

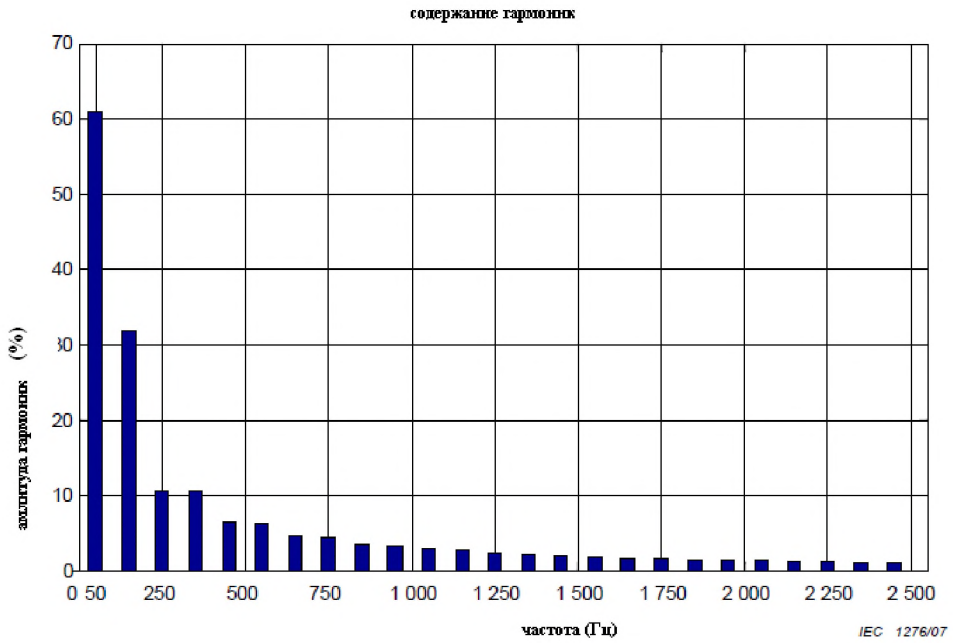



Рисунок 5 – Спектральный состав для испытания влияния нечетных гармоник на измерение активной мощности

Примечание 1 – Нормальная форма волны и искаженная форма волны получаются в результате при одной и той же активной мощности или активной энергии.

Примечание 2 – Кривая, диаграмма и значения приведены при 50 Гц. Для других значений частот они должны быть произведены соответствующие преобразования.

### 6.1.2.3 Влияние субгармоник

Пиковое значение должно быть равно $\sqrt{2} \times I_b$ или $\sqrt{2} \times I_n$. Цикл сигнала состоит из 2 полных волн, за которыми следуют 2 периода без сигналов.

Должна быть создана следующая испытательная форма волны:

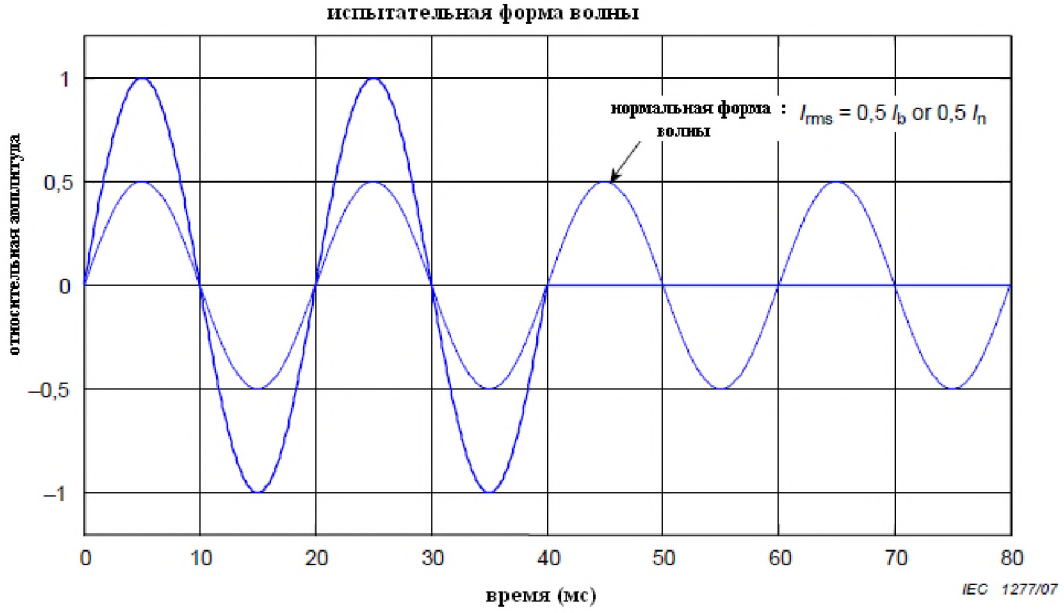



Рисунок 6 – Форма волны для испытания влияния субгармоник на измерение активной мощности

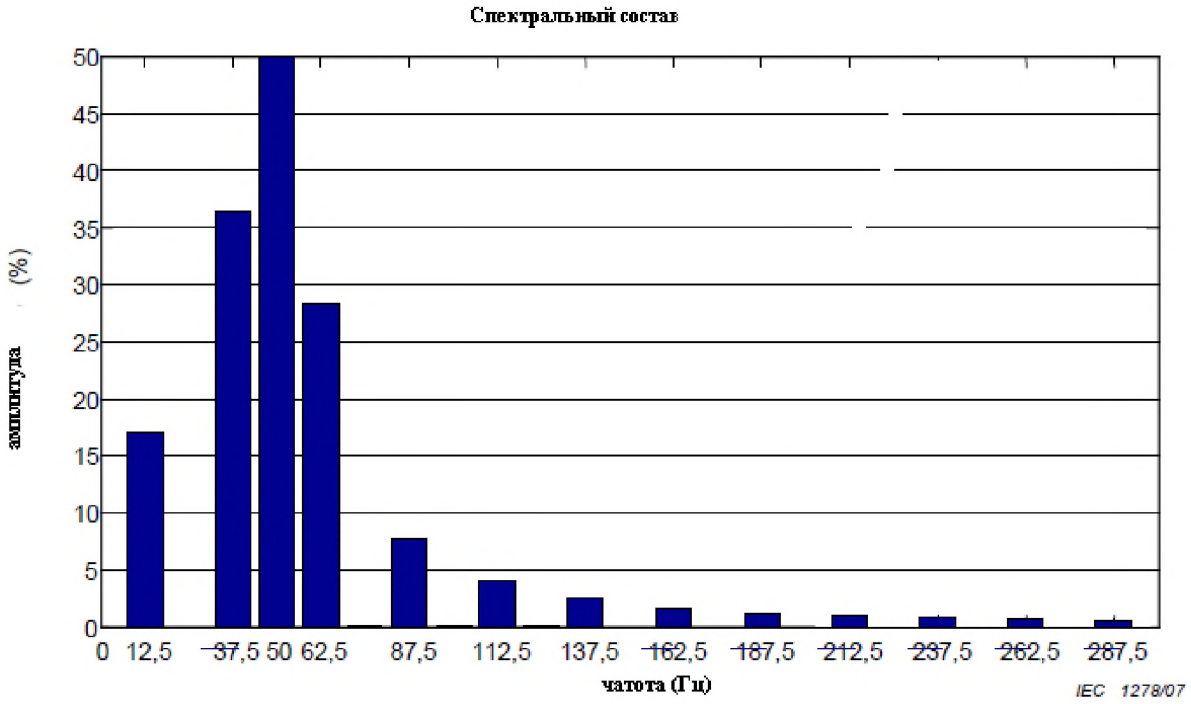



Рисунок 7 – Спектральный состав для испытания влияния субгармоник на измерение активной мощности

Примечание 1 – Нормальная форма волны получается в результате при одной и той же активной мощности или активной энергии.

Примечание 2 – Кривая, диаграмма и значения приведены при 50 Гц. Для других значений частот они должны быть произведены соответствующие преобразования.

### 6.1.3 Полная мощность

Испытание на полной мощности не обязательно, если испытываются, по крайней мере, две из следующих величин:

- активная мощность;
- реактивная мощность;
- коэффициент мощности.

### 6.1.4 Коэффициент мощности

Испытание на коэффициент мощности не является обязательным, если испытываются, по крайней мере, две из следующих величин:

- активная мощность;
- реактивная мощность;
- полная мощности.

### 6.1.5 Испытание подавления общего несимметричного напряжения

Для каждого изолированного токового входа должно быть проведено следующее испытание (как изображено на рисунке 8). Оно заключается в вычислении разности двух измерений, P1 без общего несимметричного напряжения, и P2 с общим несимметричным напряжением, приложенным между токовыми входами и заземлением.

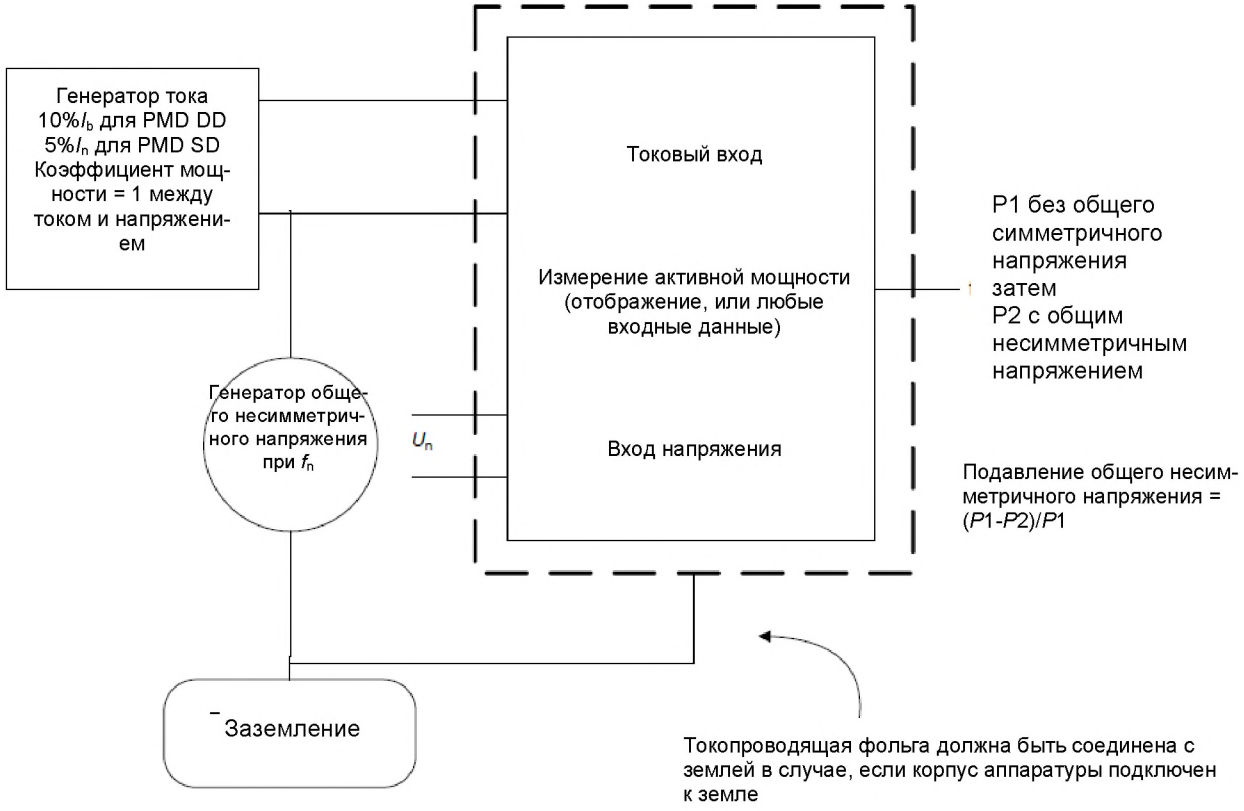



Рисунок 8 – Испытание влияния общего несимметричного напряжения

### 6.1.6 Частота

С настройками по таблице 17 генерируется следующая форма волны:




Рисунок 9 – Форма волны для испытания влияния гармоник на измерение частоты

Примечание 1 – Относительная амплитуда выражается в % от базового пикового значения.

Примечание 2 – Кривая получена при 50 Гц. Для других частот кривая должна быть приведена в соответствие.

**6.1.7 Измерение гармоник напряжения**

Испытания должны проводиться при номинальном напряжении $U_n$ при 45 Гц, 50 Гц и 55 Гц для нормированной частоты 50 Гц, и при 55 Гц, 60 Гц и 65 Гц для нормированной частоты 60 Гц.

**6.1.7.1 Испытание с синусоидальной формой волны**

Испытание должно проводиться с чистой синусоидальной формой волны с частотами, взятыми из 6.1.7. PMD не должно измерять какие-либо составляющие гармоник напряжения с амплитудой выше 0,0015 Ч *C* Ч $U_n$ (*C* является классом рабочих характеристик функции).

**6.1.7.2 Испытание с прямоугольной формой волны**

Испытание должно проводиться с прямоугольной формой волны с частотами, взятыми из 6.1.7. PMD должно измерять составляющие гармоник напряжения в пределах погрешности, указанных в таблице 36.

Спектральное содержание прямоугольной формы волны должно без изменений включать, по крайней мере, верхний предел полосы пропускания, установленный в 4.7.13.

**6.1.8 Измерение гармоник тока**

Испытания должны проводиться при нормированном токе $I_n$ или $I_b$ при 45 Гц, 50 Гц и 55 Гц для нормированной частоты 50 Гц, и при 55 Гц, 60 Гц и 65 Гц для нормированной частоты 60 Гц.

**6.1.8.1 Испытание с синусоидальной формой волны**

Испытание должно проводиться с чистой синусоидальной формой волны, с частотами, взятыми из 6.1.8. PMD не должно измерять какие-либо составляющие гармоник тока с амплитудой выше 0,005 Ч *C* Ч $I_n$ (или $I_b$) (*C* является классом рабочих характеристик функции).

**6.1.8.2 Испытание с прямоугольной формой волны**

Испытание должно проводиться с прямоугольной формой волны, с частотами, взятыми из 6.1.8. PMD должно измерять составляющие гармоник тока в пределах погрешности, указанных в таблице 39.

Спектральное содержание прямоугольной формы волны должно без изменений включать, по крайней мере, верхний предел полосы пропускания, установленный в 4.7.14.

**6.1.9 Провалы и выбросы**

Испытания должны проводиться, по крайней мере, с прямоугольным провалом или модуляцией выброса, при этом длительность провала или выброса должна составлять один полный цикл.

Испытание влияющих величин может быть опущено, если это испытание проводилось во время измерений среднеквадратичных значений напряжения.

**6.1.10 Прерывания напряжения**

Испытания на прерывание напряжения должны проводиться по крайней мере в течение одного полного цикла.

**6.1.11 Проверка выходных параметров**

**6.1.11.1 Общие положения**

PMD должен испытываться при нормальных рабочих условиях.

**6.1.11.2 Испытание выходного напряжения блока питания и воздействия изменения нагрузки**

Данное испытание должно проводиться только на PMD с аналоговыми выходными сигналами, которые являются сигналами тока.

Испытания должны проводиться при минимальном и максимальном (нижнем и верхнем) значениях аналогового выходного сигнала. В каждой точке должно быть установлено сопротивление выходной нагрузки в 10 % и 90 % от установленного максимального значения:

- напряжение питания для аналогового выхода должно устанавливаться на его минимальном и максимальном установленных значениях при питании от внешнего источника по отношению к PMD;
- питание PMD должно устанавливаться на его минимальном и максимальном установленном значениях, либо в соответствии с нормированным напряжением ± 15 %.

Должны быть зафиксированы наиболее неблагоприятные максимальное и минимальное показания при нижнем и верхнем выходных сигналах.

Погрешность *E*, выраженная в % должна определяться по формуле:

$$E = \frac{M - V}{F} \times 100$$

где $N$ - расчетный сигнал,

$W$ - сигнал при наиболее неблагоприятных условиях,

$U$ - размах выходного сигнала.

**6.1.11.3 Испытание содержания пульсации**

Содержание пульсации аналогового выходного сигнала должно испытываться при номинальном минимальном и максимальном значениях выходного сигнала. Содержание пульсации должно измеряться как значение двойной амплитуды (от максимума до минимума).

**6.1.11.4 Испытания времени срабатывания аналогового выходного сигнала**

Время срабатывания для нарастающего входного сигнала определяют скачком сигнала на входе, достаточным для того, чтобы произвести изменение выходного сигнала от 0 % до 100 % диапазона, как время для достижения выходным сигналом 90 % диапазона.

Время срабатывания для убывающего входного сигнала определяют скачком сигнала на входе, достаточным для того, чтобы произвести изменение выходного сигнала от 100 % до 0 % диапазона, как время для достижения выходным сигналом 10 % диапазона.

**6.1.11.5 Испытание предельного значения аналогового выходного сигнала**

Предельное значение аналогового выходного сигнала испытывают, изменяя параметр входного сигнала между минимальным и максимальным значениями. Любые программируемые функции выходного сигнала, например, смещение входного сигнала или верхний предел измерений, должны быть отрегулированы таким образом, чтобы обеспечить максимальные перегрузки.

**6.1.12 Климатические испытания**

PMD не должно иметь повреждений или искажений информации и должно продолжать работать в соответствии с установленными характеристиками, по истечении соответствующего времени восстановления после проведения каждого климатического испытания.

**6.1.12.1 Испытание сухим теплом**

Испытание проводится в соответствии с IEC 60068-2-2 при соблюдении следующих условий:

- PMD должен находиться в нерабочем состоянии;
- температура: +70 °C ± 2 °C для K40 PMD и K55 PMD,
  +85 °C ± 2 °C для K70 PMD;
- продолжительность испытания: 16 часов.

**6.1.12.2 Испытание при низкой температуре**

Испытание проводится в соответствии с IEC 60068-2-1 при соблюдении следующих условий:

- PMD должен находиться в нерабочем состоянии;
- температура: -25 °C ± 3 °C для K40 PMD и K55 PMD,
  -40 °C ± 3 °C для K70 PMD;
- продолжительность испытания: 16 час.

**6.1.12.3 Циклическое испытание на воздействие влажного тепла**

Испытание проводится в соответствии с IEC 60068-2-30 при соблюдении следующих условий:

- на цепь напряжения и вспомогательные цепи подается расчётное напряжение;
- токовые цепи должны испытываться без тока;
- вариант 1;
- верхний предел температуры: +40 °C ± 2 °C для K40 PMD,
  +55 °C ± 2 °C для K55 PMD,
  +70 °C ± 2 °C для K70 PMD;
- для удаления поверхностной влаги не должны приниматься особые меры предосторожности;
- продолжительность испытания: 6 циклов.

Испытание нагреванием во влажной среде также является испытанием на коррозию. Результат оценивают визуально. Не должно быть обнаружено каких-либо следов коррозии, способных повлиять на функциональные свойства PMD.

**6.1.13 Испытания на ЭМС**

PMD испытывают в соответствии с таблицей 2 IEC 61326-1 (промышленная зона).

Для электромагнитного РЧ-поля и наведенных РЧ помех применяются следующие требования:

- вспомогательные цепи PMD должны находиться под нормированным напряжением;
- PMD должны испытываться в рабочих условиях с базовым током $I_b$, соответствующим образом с нормированным током $I_n$, нормированным напряжением, коэффициентом мощности равным 1 (или равным 0 для реактивной мощности) в зависимости от того, что применимо.

Применяются отклонения, обусловленные влияющими электромагнитными величинами, установленные в предыдущих таблицах (Пределы отклонений, обусловленных влияющими величинами).

**6.1.14 Испытания на срабатывание**

Испытания на время запуска PMD без коммуникационного или локального интерфейса пользователя должны быть проведены следующим образом:

- настраивают конфигурацию PMD на максимально возможные значения, не вызывая переполнения вычислений;
- устанавливают величину импульса в кВт на минимально возможное значение;
- настраивают оптический зонд или другое устройство считывания импульса; твердотельное (полупроводниковое) реле или механическое реле могут использоваться в качестве устройства вывода энергии импульса;
- выключают PMD;
- применяют $U_{max}$ и $I_{max}$, PF = 1,0 на всех измерительных входах напряжения и тока;
- включают PMD и измеряют время от подачи питания до первого энергетического импульса, зарегистрированного зондом.

**6.2 Испытания типа PMD-A**

Испытания должны быть проведены в соответствии с разделом 6 IEC 61000-4-30 и, если необходимо в соответствии с настоящим стандартом.

**6.3 Приемо-сдаточные испытания**

**6.3.1 Испытание защитного соединения**

PMD испытывают в соответствии с приложением F IEC 61010-1.

**6.3.2 Испытание электрической прочности**

PMD испытывают в соответствии с приложением F IEC 61010-1.

**6.3.3 Испытание погрешности**

Каждая основная функция измерения (например, ток, напряжение, мощность и т. д.), доступная для пользователя, должна подвергаться приемо-сдаточному испытанию.

Примечание – Настоятельно рекомендуется регистрировать результаты данного испытания.

## Приложение А
(справочное)

## Определение электрических параметров

В настоящем справочном приложении приведено предпочтительное определение и метод расчета величин. Изготовители, использующие другие методы, должны указать собственный метод в технической документации.

Информация в настоящем справочном приложении не может считаться требованием к PMD-A. См. определения PMD-A в настоящем стандарте, в которых имеется ссылка только на IEC 61000-4-30 относительно аспектов измерения.

В таблице А.1 дается перечень символов, применяемых в настоящем приложении. В таблице А.2 устанавливаются способы расчета параметров.

Таблица А.1 – Определение символов

| Символ | Определение |
|---|---|
| $U_{resid}$ | Остаточное напряжение |
| $N$ | Общее количество отсчетов за период (например, период 20 мс) |
| $k$ | Номер отсчета за период ($0 \le k < N$) |
| $p$ | Номер фазы ($p$ = 1, 2 или 3; или $p$ = a, b, c; или $p$ = r, s, t; или $p$ = R, Y, B)[a] |
| $g$ | Номер фазы ($g$ = 1, 2 или 3; или $g$ = a, b, c; или $g$ = r, s, t; или $g$ = R, Y, B)[a] |
| $i_{pk}$ | Номер выборки $k$ тока фазы $p$ |
| $v_{pNk}$ | Номер выборки $k$ напряжения фазы $p$ к нейтрали |
| $v_{gNk}$ | Номер выборки $k$ напряжения фазы $g$ к нейтрали |
| $u_p$ | Фазовый угол между током и напряжением для фазы $p$, см. Рисунке А.2 |
| $h_i$ | Гармонический составляющая ряда $i$ |
| [a] $p$ и $g$ – это переменные, означающие номер фазы. | |

Таблица А.2 – Расчетные определения электрических параметров для 3-х фазной несимметричной системы с нейтралью

Данные методы взяты из IEEE Std 1459-2000:

| Элемент | Определение | Не подходящий метод |
|---|---|---|
| Среднеквадратичное значение тока для фазы $p$ | $I_p = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{N-1} i_{pk}^2}{N}}$ | |
| Среднеквадратичное значение нейтрального тока | $I_N = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{N-1} (i1_k + i2_k + i3_k)^2}{N}}$ | Векторная сумма фазных токов |
| Среднеквадратичное значение напряжения $L_{p\text{-}N}$ | $V_{pN} = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{N-1} v_{pNk}^2}{N}}$ | |
| Среднеквадратичное значение напряжения $L_p$ - $L_g$ | $U_{pg} = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{N-1} (v_{pNk} - v_{gNk})^2}{N}}$ | Векторное различие линейного напряжения L и нейтрального напряжения: $U_{pg} = V_{pn} - V_{gN}$ |
| Активная мощность фазы $p$ | $P_p = \frac{1}{N} \times \sum_{k=0}^{N-1} (v_{pNk} \times i_{pk})$ | |
| Полная мощность фазы $p$ | $S_p = V_{pN} \times I_p$ | |

*Окончание таблицы А.2*

| Элемент | Определение | Не подходящий метод |
|---|---|---|
| Знак реактивной мощности (*SignQ*) | $SignQ(\varphi_p) = +1$ if $\varphi_p \in [0° - 180°]$ [a]<br>$SignQ(\varphi_p) = -1$ if $\varphi_p \in [180° - 360°]$ [a] | |
| Реактивная мощность фазы *p* | $Q_p = SignQ(\varphi_p) \times \sqrt{S_p^2 - P_p^2}$ | |
| Суммарная активная мощность | $P = P_1 + P_2 + P_3$ | |
| Суммарная реактивная мощность (векторная) | $Q_V = Q_1 + Q_2 + Q_3$ | |
| Суммарная полная мощность (векторная) | $S_V = \sqrt{P^2 + Q_V^2}$ | |
| Суммарная полная мощность (арифметическая) | $S_A = S_1 + S_2 + S_3$ | |
| Суммарная реактивная мощность (арифметическая)[b] | $Q_A = \sqrt{S_A^2 - P^2}$ [b] | |
| Коэффициент мощности (вектор) | $PF_V = \frac{P}{S_V}$ | |
| Коэффициент мощности (арифметический) | $PF_A = \frac{P}{S_A}$ | |
| Провалы напряжения | $U_{dip}(\%) = \frac{U_n - U_{residu}}{U_n}$ | |
| Выбросы напряжения | $U_{swell}(\%) = \frac{U_{residu} - U_n}{U_n}$ | |
| Несимметрия напряжений по амплитуде | $U_{unbal} = \frac{max(\lvert V_{12} - V_{avg}\rvert, \lvert V_{23} - V_{avg}\rvert, \lvert V_{31} - V_{avg}\rvert)}{V_{avg}}$,<br>где<br>$V_{avg} = \frac{V_{12} + V_{23} + V_{31}}{3}$ | |
| Суммарный коэффициент гармонических искажений, относительно среднеквадратичного значения ($THD_u$ по напряжению и THD-$R_i$ по току) | $THD-R(\%) = \frac{\sqrt{\sum_{h=2} h_i^2}}{rms\ value}$<br>r.m.s. value =$U_{rms}$ для*THD-R*$_u$ $I_{rms}$ для*THD-R*$_i$ | |
| Суммарный коэффициент гармонических искажений, относительно основной гармоники ($THD_u$ по напряжению и $THD_i$ по току) | $THD(\%) = \frac{\sqrt{\sum_{h=2} h_i^2}}{h_1}$ | |

[a] См. рисунке А.2.
[b] Эта мощность без знака.

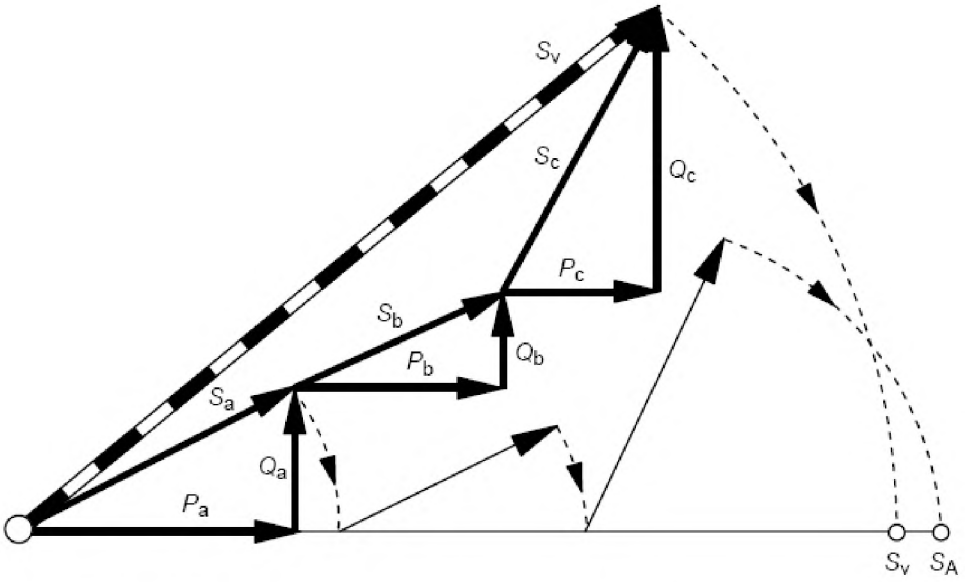
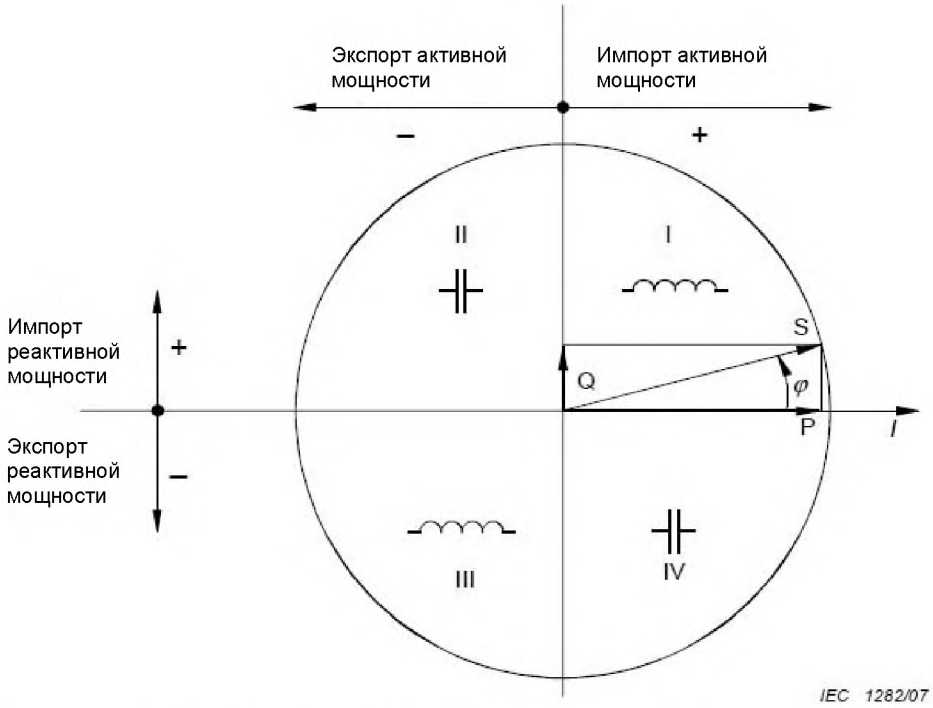



Рисунок А.1 – Арифметическая и векторная полные мощности в синусоидальной ситуации




Примечание 1 – Схема соответствует разделам 12 и 14 IEC 60375.

Примечание 2 – Исходной точкой данной схемы является вектор тока (фиксированный на правой линии).

Примечание 3 – Вектор напряжения *V* изменяет свое направление в соответствии с фазовым углом ц.

Примечание 4 – Фазовый угол *ц* между напряжением *V* и током *I*, считается положительным в математическом смысле (против часовой стрелки).

Рисунок А.2 – Геометрическое представление активной и реактивной мощности

## Приложение В
(обязательное)

## Определения минимального, максимального, пикового значений и значений потребления

### В.1 Величины потребления

Потреблением является среднее значение величины в течение установленного периода времени.

#### В.1.1 Потребление мощности

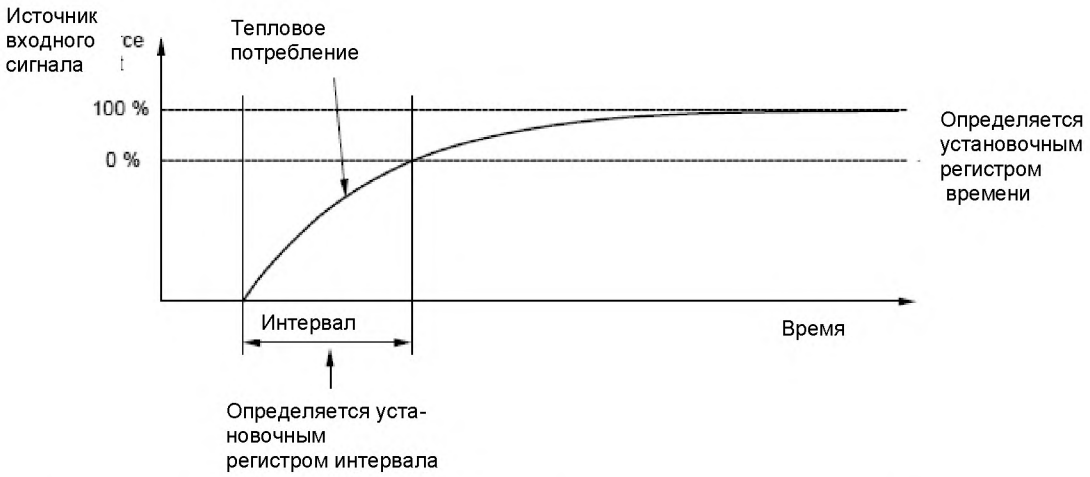
Потребление мощности рассчитывают, используя арифметическое вычисление интеграла значений мощности в течение некоторого периода времени, деленного на длину периода. Результат эквивалентен энергии, накопленной в течение периода времени, деленной на длину периода.

#### В.1.2 Потребление тока

Потребление тока рассчитывают, используя арифметическое вычисление интеграла среднеквадратического значения тока в течение периода времени, деленного на длину периода.

#### В.1.3 Потребление теплового тока (или потребление биметаллическая тока)

Потребление теплового тока рассчитывает потребление на основе температурной характеристики, которая имитирует аналоговый счетчик учета тепловой потребления, как указано на рисунке В.1.



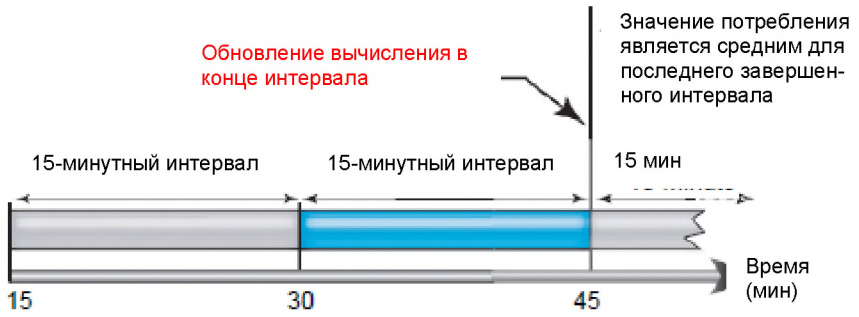

Примечание – значение n обычно составляет 90 %, временной интервал – 15 мин.

Рисунок В.1 – Потребление теплового тока

#### В 1.4 Установленные интервалы для расчета потребления

PMD обрабатывает длительность интервалов для расчета потребления. PMD может выполнять следующие функции:

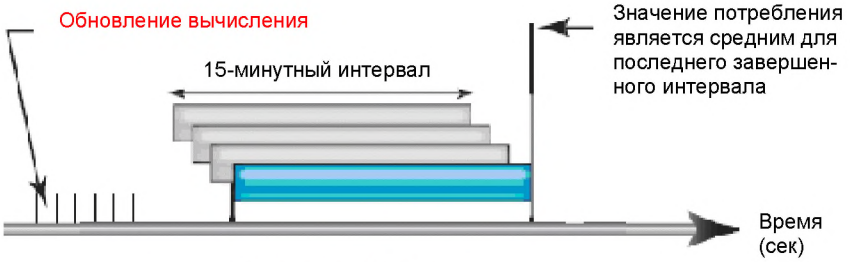
- интервал неподвижного блока: интервалы последовательные; PMD рассчитывает и обновляет потребление в конце каждого интервала;




Неподвижный блок

Примечание – Значение равное 15 мин приведено в качестве примера.

- интервал скользящего блока: интервалы сдвигаются; PMD рассчитывает и обновляет потребление на скорости скольжения.




Скользящий блок

Примечание – Значение равное 15 мин приведено в качестве примера.

## B.2 Пиковые величины потребления

Пиковое потребление является наивысшим значением потребления (положительным или отрицательным) с начала измерения или последней перезагрузки.

## B.3 Средние величины трехфазной системы

В трех- или четырехпроводной системе среднее значение величины является средним арифметическим значением для каждого фазового значения:

***Пример: среднее трехфазное напряжение «фаза-нейтраль» = (V1 среднеквадратичное значение напряжения + V2 среднеквадратичное значение напряжения + V3 среднеквадратичное значение напряжения)/3.***

## B.4 Максимальные и минимальные величины

Максимальным значением величины является наивысшее значение, измеренное или рассчитанное, с начала измерения или последней перезагрузки.

Минимальным значением величины является наименьшее значение, измеренное или рассчитанное, с начала измерения или последней перезагрузки.

## Приложение С
(справочное)

## Основная погрешность, погрешность в рабочих условиях и общая погрешность системы

Рисунок С.1 описывает различные виды погрешностей:




Рисунок С.1 – Различные виды погрешностей

### С.1 Погрешность в рабочих условиях

Погрешность в рабочих условиях включает основную погрешность (при нормальных условиях) и отклонения, обусловленные влияющими величинами.

$$\text{Погрешность в рабочих условиях} = |\text{Основная погрешность}| + 1{,}15 \times \sqrt{\sum_{i=1}^{N} (\text{отклонения, обусловленные влияющими величинами})^2}$$

где N = число влияющих величин

### С.2 Общая погрешность системы

Общая погрешность системы должна включать погрешность в рабочих условиях, погрешность, обусловленную точностью внешних датчиков и сопротивлением проводов.

Для PMD DD: общая погрешность системы = погрешности в рабочих условиях

Для PMD и PMD XS Sx: формула, приведенная ниже, является упрощенным подходом к расчету, и применяется только для напряжения, тока, активной мощности и измерений активной энергии:

$$\text{Общая погрешность системы} = 1{,}15 \times \sqrt{(\text{погрешность в рабочих условиях } PMD)^2 + \sum_{1}^{N} (\text{погрешность датчика} + \text{погрешность проводки})^2}$$

N = количество видов внешних датчиков (напряжения или тока).

Примечание – N = 1 применяется, если используется только датчик тока (или напряжения), N = 2, если используются датчик тока и датчик напряжения.

## Приложение D
(справочное)

## Рекомендованные классы датчиков для различных видов PMD

### D.1 Общие положения

Соединение PMD Sx, PMD xS или PMD SS с внешними датчиками тока и/или напряжения представляет замкнутую систему. Класс рабочих характеристик системы зависит от класса датчика и класса рабочих характеристик PMD (см. разделы D.2 и D.3 для оценки класса рабочих характеристик системы).

Однако данный класс рабочих характеристик системы применяется только в диапазоне, в котором основная погрешность датчика находится в пределах его класса рабочих характеристик и не эквивалентна классу рабочих характеристик PMD DD. Датчики тока, которые соответствуют IEC 60044-1, например, имеют лишь ограниченный установленный диапазон по сравнению с PMD DD того же класса рабочих характеристик.

Особое внимание следует уделить измерениям мощности и энергии, так как фазовая погрешность датчика влияет на измерения из-за того, что коэффициент мощности не равен единице: фазовая погрешность в 20 мин добавляет 1 %погрешности при измерении активной мощности при PF = 0,5.

По этой причине, если требуется, улучшенный класс рабочих характеристик, для измерения мощности или энергии настоятельно рекомендуется использовать класс датчиков 0,2S или 0,5S.

### D.2 PMD с внешним датчиком тока или датчиком напряжения

В таблице D.1 приведены рекомендации при подключении PMD с внешним датчиком.

Таблица D.1 – PMD SD, с подключенным датчиком тока, или PMD DS, с подключенным датчиком напряжения

| Класс рабочих характеристик PMD без внешних датчиков | Рекомендованный класс датчика для подключения к PMD [bc] | Ожидаемый класс рабочих характеристик для PMD-Sx или PMD-xS, включая их внешние датчики | Максимально возможный класс датчика для подключения к PMD [a] |
|---|---|---|---|
| 0,1 | 0,1 или ниже | 0,2 | 0,2 |
| 0,2 | 0,2 или ниже | 0,5 | 0,5 |
| 0,5 | 0,5 или ниже | 1 | 1 |
| 1 | 1 или ниже | 2 | 2 |
| 2 | 2 или ниже | 5 | 5 |
| 5 | 5 или ниже | 10 | |

[a] Включает допустимую потерю рабочих характеристик системы.
[b] Для измерений мощности и энергии обычно применяют датчики класса 0.2 S и 0,5 S.
[c] Класс датчика относится к классам, установленным в IEC 60044-1, IEC 60044-2, IEC 60044-7 и IEC 60044-8. Если преобразователи заменяют датчики, класс датчика относится к основной погрешности преобразователя.

$$\text{Общий класс рабочих характеристик системы} = 1{,}15 \times \sqrt{\text{класс (датчика)}^2 + \text{класс рабочих характеристик}(PMD\ SS)^2}$$

Примечание – В трехфазной системе, класс трех датчиков равен классу одного датчика при условии, что три датчика имеют один и тот же класс.

Общий класс рабочих характеристик системы округляется до ближайшего стандартного значения по умолчанию (см. таблицу D.4).

Например, класс 1 PMD и класс 1 датчика тока дадут общий класс рабочих характеристик системы, эквивалентный классу 2.

### D.3 PMD с внешним датчиком тока и датчиком напряжения

В таблице D.2 приведены рекомендации при подключении PMD с внешним датчиком тока и внешним датчиком напряжения.

Таблица D.2 – PMD SS с подключенным датчиком тока и датчиком напряжения

| Класс рабочих характеристик PMD без внешних датчиков | Рекомендованный класс датчика для подключения к PMD [bc] | Ожидаемый класс рабочих характеристик для PMD-SS, включая их внешние датчики | Максимально возможный класс датчика для подключения к PMD [a] |
|---|---|---|---|
| 0,1 | 0,1 или ниже | 0,2 | 0,2 |
| 0,2 | 0,2 или ниже | 0,5 | 0,5 |
| 0,5 | 0,5 или ниже | 1 | 1 |
| 1 | 1 или ниже | 2 | 2 |
| 2 | 2 или ниже | 5 | 5 |
| 5 | 5 или ниже | 10 | |

[a] Включает допустимую потерю рабочих характеристик системы.
[b] Для измерений мощности и энергии обычно применяют датчики класса 0,2S и 0,5S.
[c] Класс датчика относится к классам, определенным в IEC 60044-1, IEC 60044-2, IEC 60044-7 и IEC 60044-8. Если преобразователи заменяют датчики, класс датчика относится к основной погрешности преобразователя.

$$\text{Общий класс рабочих характеристик системы} = 1{,}15 \times \sqrt{\text{класс (датчика тока)}^2 + \text{класс (датчика напряжения)}^2 + \text{класс рабочих характеристик } (PMD\ SS)^2}$$

Примечание – В трехфазной системе класс трех датчиков равен классу одного датчика при условии, что три датчика имеют один и тот же класс.

Класс рабочих характеристик системы округляется до ближайшего стандартного значения по умолчанию (см. таблицу D.4).

Например, класс 1 PMD и класс 1 датчика тока дадут общий класс рабочих характеристик системы, эквивалентный классу 2.

## D.4 Диапазон применимых классов рабочих характеристик

Каждый применимый класс рабочих характеристик для любой конкретной функции PMD приведен в пункте разделе 0 настоящего стандарта.

В таблице D.3 приведены все применимые классы рабочих характеристик.

Таблица D.3 – Диапазон применимых классов рабочих характеристик для PMD без встроенных внешних датчиков

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,02 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1 | 2 | 2,5 | 3 | 5 | 10 | 20 |

В таблице D.4 приведен перечень применимых классов рабочих характеристик, полученный в ходе вычислений. Данные приведены в пунктах D.2 и D.3.

Таблица D.4 – Диапазон применимых классов рабочих характеристик при расчете класса рабочих характеристик PMD с встроенными внешними датчиками

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,75 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 5 | 7,5 | 10 | 15 | 20 |

## D.5 Перечень функций, на которые влияет погрешность внешних датчиков

В таблице D.5 приведено влияние датчиков тока и напряжения на каждую из функций PMD.

Таблица D.5 – Перечень функций, на которые влияет погрешность внешних датчиков

| Символ | Функция | Датчик тока | Датчик напряжения |
|---|---|---|---|
| $P_a$ | суммарная активная мощность | x | x |
| $Q_A/Q_V$ | суммарная реактивная мощность (арифметическая или векторная) | x | x |
| $S_A/S_V$ | суммарная полная мощность (арифметическая или векторная) | x | x |
| $E_a$ | суммарная активная энергия | x | x |
| $E_{rA}$, $E_{rV}$ | суммарная реактивная энергия (арифметическая или векторная) | x | x |
| $E_{apA}$, $E_{apV}$ | суммарная полная энергия (арифметическая или векторная) | x | x |
| $f$ | частота | - | - |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $I$ | фазный ток | x | - |
| $I_N/I_{Nc}$ | ток в нейтрали (измеренный, рассчитанный) | x | - |
| $U$ | напряжение ($L_p$-$L_g$ или $L_p$-N) | - | x |
| $PF_A/PF_V$ | коэффициент мощности (арифметический, векторный) | x | x |
| $P_{st}/P_{lt}$ | доза фликера (кратковременная, длительная) | - | - |
| $U_{dip}$ | провалы напряжения ($L_p$-$L_g$ или $L_p$-N) | - | x |
| $U_{swl}$ | выбросы напряжения ($L_p$-$L_g$ или $L_p$-N) | - | x |
| $U_{int}$ | прерывание напряжения ($L_p$-$L_g$ или $L_p$-N) | - | x |
| $U_{nba}$ | несимметрия напряжений по амплитуде ($L_p$-N) | - | x |
| $U_{nb}$ | несимметрия напряжений по фазам и по амплитуде ($L_p$-$L_g$ или $L_p$-N) | - | x |
| $U_h$ | гармоники напряжения | - | x |
| $THD_u$, $THD\text{-}R_u$ | суммарный коэффициент гармонических искажений по напряжению (относительно основной гармоники, относительно среднеквадратичного значения) | - | x |
| $I_h$ | гармоники тока | x | - |
| $THD_i$, $THD\text{-}R_i$ | суммарный коэффициент гармонических искажений по току (относительно основной гармоники, относительно среднеквадратичного значения) | x | - |
| $M_{SV}$ | сигнальное напряжение сети | - | x |
| Примечание – «x» обозначает «влияет на функцию», «-» обозначает «не влияет на функцию» | | | |

## Приложение E
(обязательное)

## Требования, установленные к PMD и PMD-A

В таблица E.1 приведена сводная информация по всем установленным требованиям для каждого класса PMD.

Таблица E.1 – Требования, применимые к PMD и PMD-A

| | Требования, установленные к PMD, включая PMD-A | Требования, установленные к PMD, за исключением PMD-A | Требования, установленные только к PMD-A |
|---|---|---|---|
| Область применения | раздел 1 | | |
| Нормативные ссылки | раздел 2 | | |
| Определения | раздел 3 | | |
| Общие требования | подраздел 4.1<br>подраздел 4.2<br>подраздел 4.3<br>подраздел 4.4<br>подраздел 4.5<br>подраздел 4.6 | | |
| Требования к рабочим характеристикам | | подраздел 4.7 | подраздел 4.8 |
| Механические требования | подраздел 4.9 | | |
| Требования безопасности | подраздел 4.10 | | |
| Аналоговые выходы | подраздел 4.11 | | |
| Маркировка и руководство по эксплуатации | раздел 5 | | |
| Испытание типа | подраздел 6.1.14 | подраздел 6.1 | подраздел 6.2 |
| Климатические испытания | подраздел 6.1.12 | | |
| Испытания EMC | | | |
| Приемо-сдаточные испытания | подраздел 6.3 | | |
| Определения электрических параметров | | приложение A | |
| Определения минимального, максимального, пикового значений и значений потребления | | приложение B | |
| Основная погрешность, погрешность в рабочих условиях и общая погрешность системы | приложение C | | |
| Рекомендованные классы датчиков для различных видов PMD | приложение D | | |

## Библиография


IEC 60044-1:1996 — Instrument transformers – Part 1: Current transformers
(Трансформаторы измерительные. Часть 1. Трансформаторы тока)

IEC 60044-2:1997 — Instrument transformers – Part 2: Inductive voltage transformers
(Трансформаторы измерительные. Часть 2. Индуктивные трансформаторы напряжения)

IEC 60044-7:1999 — Instrument transformers – Part 7: Electronic voltage transformers
(Трансформаторы измерительные. Часть 7. Электрические трансформаторы напряжения)

IEC 60044-8:2002 — Instrument transformers – Part 8: Electronic current transformers
(Трансформаторы измерительные. Часть 8. Электронные трансформаторы тока)

IEC 60050-131:2002 — International Electrotechnical Vocabulary – Part 131: Circuit theory
(Международный электротехнический словарь. Часть 131. Теория электрических цепей)

IEC 60050-161:1990 — International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility
(Международный электротехнический словарь. Глава 161. Электромагнитная совместимость)

IEC 60050-300:2001 — International Electrotechnical Vocabulary – Electrical and electronic measurements and measuring instruments – Part 311: General terms relating to measurements – Part 312: General terms relating to electrical measurements – Part 313: Types of electrical measuring instruments – Part 314: Specific terms according to the type of instrument
(Международный электротехнический словарь. Электрические и электронные измерения и измеряющие инструменты. Часть 311. Общие термины, относящиеся к измерениям. Часть 312. Общие термины, относящиеся к электрическим измерениям. Часть 313. Типы электрических измерительных инструментов. Часть 314. Специфические термины, соответствующие типу инструментов)

IEC 60050-551-20 — International Electrotechnical Vocabulary – Part 551-20: Power electronics – Harmonic analysis
(Международный электротехнический словарь. Часть 551-20. Силовая электроника. Анализ гармоник)

IEC 60050-601:1985 — International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General
(Международный электротехнический словарь. Глава 601. Производство, передача и распределение электрической энергии. Общие понятия)

IEC 60050-604:1987 — International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation
(Международный электротехнический словарь. Глава 604. Производство, передача и распределение электрической энергии. Эксплуатация)

IEC 60071-1:2006 — Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules
(Координация изоляции. Часть 1. Определения, принципы и правила)

IEC 60359:2001 Electrical and electronic measurement equipment – Expression of performance
(Оборудование для электрического и электронного измерения. Представление эксплуатационных качеств)

IEC 60364-5-52:2001 Electrical installations of buildings – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems
(Электроустановки зданий. Часть 5-52. Выбор и установка электрического оборудования. Система электропроводки)

IEC 61000-4-7:2002 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto
(Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 4-7. Методы испытаний и измерений. Общее руководство по измерительной аппаратуре и измерениям гармоник и межгармоник в системах электропитания и подключаемом оборудовании)

IEC 61140:2001 Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment
(Защита от поражения электрическим током. Общие положения для установок и оборудования)

IEC 61010-2-030:2010 Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-030: Particular requirements for testing and measuring circuits
(Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 2-030. Дополнительные требования к испытательным и измерительным цепям)

IEC 62052-11:2003 Electricity metering equipment (AC) – General requirements, tests and test conditions – Part 11: Metering equipment
(Оборудование для электрических измерений (переменный ток). Общие требования, испытания и условия испытаний. Часть 11. Оборудование измерительное)

IEEE 1459-2000 IEEE Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under Sinusoidal, Nonsinusoidal, Balanced, or Unbalanced Conditions
(Определения стандарта для измерения электрических величин мощности при синусоидальных, несинусоидальных, симметричных и несимметричных условиях)

## Приложение Д.А
(справочное)

## Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам

Таблица Д.А.1 – Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам

| Обозначение и наименование международного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование межгосударственного стандарта |
|---|---|---|
| IEC 61010-1:2001<br>Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования | MOD | ГОСТ 12.2.091-2012<br>Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования |
| IEC 62053-21:2003<br>Оборудование для электрических измерений (переменный ток). Дополнительные требования. Часть 21. Статические измерители потребляемой энергии (классы 1 и 2)) | MOD | ГОСТ 31819.21-2012<br>Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 21. Статические счетчики активной энергии классов точности 1 и 2 |
| IEC 62053-22:2003<br>Оборудование для электрических измерений (переменный ток). Дополнительные требования. Часть 22. Статические измерители потребляемой энергии (классы 0,2 S и 0,5 S) | MOD | ГОСТ 31819.22-2012<br>Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 22. Статические счетчики активной энергии классов точности 0,2 S и 0,5 S |
| IEC 62053-23:2003<br>Оборудование для электрических измерений (переменный ток). Дополнительные требования. Часть 23. Статические измерители реактивной энергии (классы 2 и 3) | MOD | ГОСТ 31819.23-2012<br>Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 23. Статические счетчики реактивной энергии |
| IEC 62053-31:1998<br>Оборудование для электрических измерений (переменный ток). Дополнительные требования. Часть 31. Выходные импульсные устройства для электромеханических и электронных счетчиков (только двухпроводные) | IDT | ГОСТ IEC 62053-31-2012<br>Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Дополнительные требования. Часть 31. Двухпроводные выходные импульсные устройства для электромеханических и электронных счетчиков |

Таблица Д.А.2 – Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам другого года издания

| Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта | Обозначение и наименование международного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование межгосударственного стандарта |
|---|---|---|---|
| IEC 60068-2-2:2007 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-2. Испытания. Испытания B. Сухое тепло | IEC 60068-2-2:1974 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытания B. Сухое тепло | MOD | ГОСТ 28200-89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание B: Сухое тепло (IEC 60068-2-2:1974) |
| IEC 61000-4-5:2005 Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 4-5. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии | IEC 61000-4-5:1995 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4. Методы испытаний и измерений. Раздел 5. Испытания на устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии | MOD | ГОСТ 30804.4.5-2002 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний (IEC 61000-4-5:1995) |
| IEC 61000-4-15:2010 Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 4-15. Методы испытаний и измерений. Фликерметр. Функциональные требования и технические нормы на проектирование | IEC 61000-4-15:1997 Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 4. Методы испытаний и измерений. Раздел 15. Фликометр. Функциональные и конструкторские спецификации | MOD | ГОСТ 30804.4.15-2002 Совместимость технических средств электромагнитная. Фликерметр. Технические требования и методы испытаний (IEC 61000-4-15:1997) |
| IEC 61000-4-30:2003 Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 4-30. Методы испытаний и измерений. Методы измерений качества энергоснабжения | IEC 61000-4-30:2008 Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 4-30. Методы испытаний и измерений. Методы измерений качества электроэнергии | MOD | ГОСТ 30804.4.30-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии (IEC 61000-4-30:2008) |
| IEC 61326-1:2005 Оборудование электрическое для измерения, управления и лабораторного использования. Требования к электромагнитной совместимости. Часть 1. Общие требования | IEC 61326-1:1997 Электрическое оборудование для измерения, контроля и лабораторного применения. Требования ЭМС. Общие требования | MOD | ГОСТ 30969-2002 Совместимость технических средств электромагнитная. Электрическое оборудование для измерения, управления и лабораторного применения. Требования и методы испытаний (IEC 61326-1:1997) |

УДК 621.316.572.2(083.74)(476) МКС 29.080.01, 29.240.01, 17.220.20 IDT

Ключевые слова: низковольтные распределительные системы, электробезопасность, аппаратура для испытаний, измерений или контроля средств защиты, устройства для измерения и контроля рабочих характеристик (PMD).

Ответственный за выпуск *Н. А. Баранов*

Сдано в набор 26.02.2016. Подписано в печать 29.02.2016. Формат бумаги 60×84/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Arial. Печать ризографическая. Усл. печ. л. 7,90 Уч.-изд. л. 4,02 Тираж 2 экз. Заказ 614

Издатель и полиграфическое исполнение:
Научно-производственное республиканское унитарное предприятие
«Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС)
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/303 от 22.04.2014
ул. Мележа, 3, комн. 406, 220113, Минск.

gost.e-ecolog.ru