ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СТБ IEC 61000-3-12-2009

Электромагнитная совместимость
Часть 3-12

НОРМЫ. НОРМЫ ДЛЯ ГАРМОНИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ТОКА, СОЗДАВАЕМЫХ ОБОРУДОВАНИЕМ, ПОДКЛЮЧАЕМЫМ К НИЗКОВОЛЬТНЫМ СИСТЕМАМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ, С ПОТРЕБЛЯЕМЫМ ТОКОМ БОЛЕЕ 16 А И НЕ БОЛЕЕ 75 А В ОДНОЙ ФАЗЕ

Электрамагнітная сумяшчальнасць
Частка 3-12

НОРМЫ. НОРМЫ ДЛЯ ГАРМАНІЧНЫХ СКЛАДАЛЬНЫХ ТОКУ, СТВАРАЕМЫХ АБСТАЛЯВАННЕМ, ЯКОЕ ПАДКЛЮЧАЕЦЦА ДА НІЗКАВОЛЬТНЫХ СІСТЭМ ЭЛЕКТРАЗАБЕСПЯЧЭННЯ АГУЛЬНАГА ПРЫЗНАЧЭННЯ, СА СПАЖЫВАНЫМ ТОКАМ БОЛЕЙ 16 А І НЕ БОЛЕЙ 75 А У АДНОЙ ФАЗЕ

(IEC 61000-3-12:2004, IDT)

Издание официальное

БЗ 6-2008

Госстандарт
Минск

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.3.027.2(083.74)(476) МКС 33.100.10 КП 03 IDT

Ключевые слова: электромагнитная совместимость оборудования с потребляемым током более 16 А, но не более 75 А (в одной фазе); сети электрические распределительные низковольтные, эмиссия гармонических составляющих потребляемого тока; нормы, методы испытаний

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

1 ПОДГОТОВЛЕН ОАО «Испытания и сертификация бытовой и промышленной продукции «БЕЛЛИС»

ВНЕСЕН Госстандартом Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 20 февраля 2009 г. № 8

3 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 61000-3-12:2004 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-12: Limits – Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current > 16 A and ≤ 75 A per phase (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 3-12. Нормы. Нормы для гармонических составляющих тока, создаваемых оборудованием, подключаемым к низковольтным системам электроснабжения общего назначения, с потребляемым током > 16 А и ≤ 75 А в одной фазе).

Международный стандарт разработан подкомитетом 77B «Высокочастотные явления» технического комитета по стандартизации IEC/TC 77 «Электромагнитная совместимость» Международной электротехнической комиссии (IEC).

Перевод с английского языка (en).

Официальные экземпляры международного стандарта, на основе которого подготовлен настоящий стандарт, и международных стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Национальном фонде ТНПА.

В разделе «Нормативные ссылки» ссылки на международные стандарты актуализированы.

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

Степень соответствия – идентичная (IDT)

4 Настоящий государственный стандарт взаимосвязан с техническим регламентом ТР 2007/002/BY «Электромагнитная совместимость технических средств» и реализует его существенные требования электромагнитной совместимости.

Соответствие взаимосвязанному государственному стандарту обеспечивает выполнение существенных требований электромагнитной совместимости технического регламента ТР 2007/002/BY «Электромагнитная совместимость технических средств»

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© Госстандарт, 2009

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

Издан на русском языке

Содержание

Введение IV
1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины и определения 2
4 Условия измерений 5
4.1 Опорное значение основной составляющей тока 5
4.2 Измерения гармонических составляющих тока 5
4.3 Оборудование, состоящее из нескольких независимых изделий 7
5 Требования и нормы для оборудования 7
5.1 Методы управления 7
5.2 Нормы на эмиссию гармонических составляющих потребляемого тока 7
6 Эксплуатационные документы 11
7 Условия испытаний и моделирования 11
7.1 Требования к прямому измерению 11
7.2 Требования к моделированию 12
7.3 Общие условия испытаний и моделирования 13
Приложение А (обязательное) Диаграмма норм гармонических составляющих потребляемого тока 14
Приложение В (обязательное) Формулы приближенной интерполяции 15
Приложение С (справочное) Оборудование, не соответствующее требованиям и нормам настоящего стандарта 16
Приложение D (справочное) Сведения о частично взвешенном коэффициенте гармонических составляющих *PWHD* 17
Библиография 19
Приложение Д.А (справочное) Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным международным стандартам 20

Введение

Стандарты серии IEC 61000 публикуются отдельными частями в соответствии со следующей структурой:

– часть 1. Основы: общее рассмотрение (введение, фундаментальные принципы), определения, терминология;

– часть 2. Электромагнитная обстановка: описание электромагнитной обстановки, классификация электромагнитной обстановки, уровни электромагнитной совместимости;

– часть 3. Нормы: нормы помехоэмиссии, нормы помехоустойчивости (в случаях, если они не являются предметом рассмотрения технических комитетов, разрабатывающих стандарты на продукцию);

– часть 4. Методы испытаний и измерений: методы измерений, методы испытаний;

– часть 5. Руководства по установке и помехоподавлению: руководства по установке, руководства по помехоподавлению;

– часть 6. Общие стандарты;

– часть 9. Разное.

Каждая часть подразделяется на разделы, которые могут быть опубликованы как международные стандарты либо как технические условия или технические отчеты. Некоторые разделы опубликованы. Другие будут опубликованы с указанием номера части, за которым следует дефис, а затем номер раздела (например, 61000-6-1).

Настоящий стандарт представляет собой стандарт по электромагнитной совместимости, распространяющийся на группу однородной продукции.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Электромагнитная совместимость
Часть 3-12
НОРМЫ. НОРМЫ ДЛЯ ГАРМОНИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ТОКА, СОЗДАВАЕМЫХ ОБОРУДОВАНИЕМ, ПОДКЛЮЧАЕМЫМ К НИЗКОВОЛЬТНЫМ СИСТЕМАМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ, С ПОТРЕБЛЯЕМЫМ ТОКОМ БОЛЕЕ 16 А И НЕ БОЛЕЕ 75 А В ОДНОЙ ФАЗЕ

Электрамагнітная сумяшчальнасць
Частка 3-12
НОРМЫ. НОРМЫ ДЛЯ ГАРМАНІЧНЫХ СКЛАДАЛЬНЫХ ТОКУ, СТВАРАЕМЫХ АБСТАЛЯВАННЕМ, ЯКОЕ ПАДКЛЮЧАЕЦЦА ДА НІЗКАВОЛЬТНЫХ СІСТЭМ ЭЛЕКТРАЗАБЕСПЯЧЭННЯ АГУЛЬНАГА ПРЫЗНАЧЭННЯ, СА СПАЖЫВАНЫМ ТОКАМ БОЛЕЙ 16 А І НЕ БОЛЕЙ 75 А У АДНОЙ ФАЗЕ

Electromagnetic compatibility
Part 3-12
Limits. Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current > 16 A and ≤ 75 A per phase

Дата введения 2009-08-01

1 Область применения

Настоящий стандарт применяется для ограничения гармонических составляющих тока, инжектируемых в системы электроснабжения общего назначения. Настоящий стандарт распространяется на электротехнические и электронные (включая радиоэлектронные) изделия и оборудование с номинальным потребляемым током более 16 А, но не более 75 А в одной фазе (далее – оборудование), предназначенные для подключения к следующим системам электроснабжения общего назначения переменного тока:

– однофазным двух- или трехпроводным с номинальным напряжением до 240 В;

– трехфазным трех- или четырехпроводным с номинальным напряжением до 690 В;

– с номинальной частотой 50 или 60 Гц.

Настоящий стандарт не распространяется на оборудование, предназначенное для подключения к системам электроснабжения других видов. Нормы, установленные в настоящем стандарте, применяют к оборудованию, подключаемому к системам электроснабжения с напряжением 230/400 В и частотой 50 Гц (см. также раздел 5).

Примечание – Нормы для других систем электроснабжения будут установлены в последующих редакциях настоящего стандарта.

Требования, установленные в настоящем стандарте, применяются к оборудованию, предназначеному для подключения к низковольтным системам электроснабжения общего назначения с низким уровнем напряжения. Эти требования не применяются к оборудованию, предназначенному для подключения только к частным низковольтным системам электроснабжения, получающим электрическую энергию от систем электроснабжения общего назначения при среднем или высоком уровне напряжения.

Примечания

1 Область применения настоящего стандарта ограничена оборудованием, подключаемым к низковольтным системам электроснабжения общего назначения, потому что помехоэмиссия от оборудования, установленного в частных низковольтных системах, может контролироваться в совокупности в точке общего подключения при среднем уровне напряжения с использованием процедур, установленных в IEC 61000-3-6 и/или на основе соглашений между оператором системы электроснабжения и потребителем. Операторы частных систем электроснабжения должны управлять электромагнитной обстановкой так, чтобы обеспечить соответствие требованиям IEC 61000-3-6 и/или соглашениий с потребителями.

Издание официальное

2 Если оборудование предназначено для подключения только к частным системам электроснабжения, изготовитель должен указать назначение оборудования в эксплуатационных документах.
3 Профессиональное оборудование с потребляемым током не более 16 А в одной фазе, не соответствующее требованиям и нормам, установленным в IEC 61000-3-2, может быть разрешено для подключения к определенным низковольтным системам электроснабжения так же, как и оборудование с потребляемым током более 16 А в одной фазе, не соответствующее требованиям и нормам, установленным в настоящем стандарте (см. приложение С).
4 Нормы, установленные в настоящем стандарте, не применяют для автономно используемых фильтров гармоник.

Настоящий стандарт устанавливает:
a) требования и нормы помехоэмиссии для оборудования;
b) методы испытаний типа и моделирования.

Испытания в соответствии с требованиями настоящего стандарта являются испытаниями типа для конструктивно завершенных образцов оборудования.

Соответствие нормам, установленным в настоящем стандарте, может быть также определено путем проверки моделированием.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные стандарты. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта.

IEC 60038:2002 Стандартные напряжения IEC

IEC 60050-161:1990 Международный электротехнический словарь (IEV). Глава 161. Электромагнитная совместимость

IEC 61000-2-2:2002 Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 2-2. Электромагнитная обстановка. Уровни совместимости для низкочастотных кондуктивных помех и передача сигналов в низковольтных системах коммунального электроснабжения

IEC 61000-2-4:2002 Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 2-4. Электромагнитная обстановка. Уровни совместимости для низкочастотных кондуктивных помех в системах электроснабжения промышленных предприятий

IEC 61000-3-2:2005 Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 3-2. Нормы. Нормы эмиссии гармонических составляющих тока (оборудование с потребляемым током ≤ 16 А в одной фазе)

IEC 61000-4-7:2002 Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 4-7. Методы испытаний и измерений. Общее руководство по измерительной аппаратуре и измерениям гармоник и межгармоник в системах электроснабжения и подключаемом оборудовании

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют термины, установленные в IEC 60050-161, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 суммарный коэффициент гармонических составляющих, *THD* (total harmonic distortion, *THD*): Отношение среднеквадратического значения суммы гармонических составляющих тока I_n к среднеквадратическому значению основной составляющей тока. *THD* определяется по следующей формуле:

$$THD = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2} .$$

Примечание — Определение приведено в соответствии с IEC 61000-2-2.

3.2 частичный взвешенный коэффициент гармонических составляющих, *PWHD* (partial weighted harmonic distortion, *PWHD*): Отношение среднеквадратического значения суммы выбранной группы гармонических составляющих тока высшего порядка (в настоящем стандарте – начиная с гармонической составляющей 14-го порядка), взвешенных с коэффициентами, равными порядку гармонической составляющей *n*, к среднеквадратическому значению основной составляющей тока. *PWHD* определяется по следующей формуле:

$$PWHD = \sqrt{\sum_{n=14}^{40} n\left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2} \ .$$

Частичный взвешенный коэффициент гармонических составляющих применяют, чтобы гарантировать, что влияние гармонических составляющих токов высших порядков на результаты испытаний значительно снижено и что нет необходимости устанавливать для указанных гармонических составляющих индивидуальные нормы.

3.3 точка общего присоединения, *PCC* (point of common coupling, *PCC)*: Точка электрической сети общего назначения, ближайшая к сетям рассматриваемого потребителя электрической энергии, к которой присоединены или могут быть присоединены электрические сети других потребителей.

3.4 однофазное оборудование (single-phase equipment): Оборудование, которое подключается между одним линейным и нейтральным проводниками.

Примечание – К однофазному оборудованию относят оборудование, в котором отдельные нагрузки подключены к одному или более линейным проводникам и нейтральному проводнику.

3.5 межфазное оборудование (interphase equipment): Оборудование, подключаемое между двумя линейными проводниками (фазами).

Нейтральный проводник не используется в качестве токоведущего проводника при нормальных условиях функционирования.

3.6 трехфазное оборудование (three-phase equipment): Оборудование, подключаемое к трем линейным проводникам.

Нейтральный проводник не используется в качестве токоведущего проводника при нормальных условиях функционирования.

Примечание – Оборудование, предназначенное для подключения к трем фазам и нейтрали при условии использования нейтрального проводника в качестве токоведущего проводника, рассматривается как три отдельных однофазных устройства.

3.6.1 симметричное трехфазное оборудование (balanced three-phase equipment): Трехфазное оборудование, подключаемое к трехфазной системе электроснабжения, в котором три линейных или фазных тока равны по амплитуде и идентичны по форме, причем каждый из указанных токов сдвинут по фазе относительно двух других на одну треть периода основной частоты.

3.6.2 несимметричное трехфазное оборудование (unbalanced three-phase equipment): Трехфазное оборудование, подключаемое к трехфазной системе электроснабжения, в котором три линейных или фазных тока не равны по амплитуде или не идентичны по форме или любые два из указанных токов сдвинуты по фазе на значение, отличающееся от одной трети периода основной частоты.

3.7 гибридное оборудование (hybrid equipment): Комбинация симметричной трехфазной нагрузки и одной или более нагрузок, подключенных между фазой и нейтралью или между фазами.

3.8 мощность короткого замыкания, S_{sc} (short-circuit power, S_{sc}): Мощность короткого замыкания трехфазной системы электроснабжения, вычисляемая с учетом значений номинального напряжения межфазной системы U_{nom} и ее полного сопротивления Z в точке общего присоединения:

$$S_{sc} = U_{nom}^2 / Z \ ,$$

где Z – полное сопротивление системы на частоте сети.

3.9 полная номинальная мощность оборудования, S_{equ} (rated apparent power of the equipment, S_{equ}): Значение мощности, вычисляемое с учетом значений номинального линейного тока образца оборудования I_{equ}, установленного изготовителем, и номинального напряжения U_p (для однофазного оборудования) или U_i (для межфазного оборудования) следующим образом:

a) $S_{equ} = U_p \cdot I_{equ}$ – для однофазного оборудования и однофазной части гибридного оборудования;

b) $S_{equ} = U_i \cdot I_{equ}$ – для межфазного оборудования;

c) $S_{equ} = \sqrt{3}\ U_i \cdot I_{equ}$ – для симметричного трехфазного оборудования и трехфазной части гибридного оборудования;

d) $S_{equ} = 3\ U_p\ I_{equ\ max}$ – для несимметричного трехфазного оборудования, где $I_{equ\ max}$ – максимальное среднеквадратическое значение тока, протекающего в любой из трех фаз.

В случае, если оборудование функционирует в диапазоне напряжений электропитания, значения напряжений U_p и U_i представляют собой номинальные напряжения системы электроснабжения в соответствии с IEC 60038 (например, 120 или 230 В для однофазного оборудования или 400 В (линейное напряжение) для трехфазного оборудования).

3.10 коэффициент короткого замыкания, R_{sce} (short-circuit ratio, R_{sce}): Значение величины, характеризующей часть оборудования и вычисляемое по формулам

a) $R_{sce} = S_{sc} / (3S_{equ})$ – для однофазного оборудования и однофазной части гибридного оборудования;

b) $R_{sce} = S_{sc} / (2S_{equ})$ – для межфазного оборудования;

c) $R_{sce} = S_{sc} / S_{equ}$ – для всего трехфазного оборудования и трехфазной части гибридного оборудования.

Примечания

1 R_{sce} может также быть вычислено на основе значений основных электрических величин по следующим формулам:

$R_{sce} = U / (\sqrt{3} \cdot Z \cdot I_{equ})$ – для однофазного оборудования и однофазной части гибридного оборудования;

$R_{sce} = U / (2 \cdot Z \cdot I_{equ})$ – для межфазного оборудования;

$R_{sce} = U / (\sqrt{3} \cdot Z \cdot I_{equ})$ – для симметричного трехфазного оборудования и трехфазной части гибридного оборудования;

$R_{sce} = U / (\sqrt{3} \cdot Z \cdot I_{equ\,max})$ – для несимметричного трехфазного оборудования,

где $U = U_{nom}$ и принимается равным U_i или $\sqrt{3} \cdot U_p$, в зависимости от того, что более подходит.

2 Определение R_{sce} в настоящем стандарте не совпадает с определением R_{sc}, приведенным в IEC 61000-2-6.

3 Для гибридного оборудования метод вычисления R_{sce} приведен в 5.2.

3.11 опорное значение основной составляющей тока, I_1 (reference fundamental current, I_1): Среднеквадратическое значение основной составляющей номинального линейного тока оборудования I_{equ} (см. также 4.1).

3.12 общий ток гармонических составляющих, *THC* (total harmonic current, *THC*): Среднеквадратическое значение суммы гармонических составляющих тока от 2-го до 40-го порядка. *THC* определяется по следующей формуле:

$$THC = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} I_n^2} \ .$$

3.13 ждущий режим (stand-by mode): Дежурный режим, характеризующийся малым энергопотреблением (обычно обозначаемый каким-либо способом на оборудовании), который может длиться неопределенное время.

Примечание – Данный режим иногда называют «спящим режимом».

3.14 угол фазового сдвига гармонической составляющей тока I_5 относительно основной составляющей фазного напряжения U_{p1} (phase angle of I_5 related to the fundamental phase voltage U_{p1}): Угол фазового сдвига гармонической составляющей тока 5-го порядка, определяемый в соответствии с рисунками 1 и 2.

3.15 профессиональное оборудование (professional equipment): Оборудование, применяемое в профессиональной деятельности, коммерческих учреждениях или в промышленности, не предназначенное для продажи обычному потребителю. Назначение оборудования должно быть указано изготовителем.

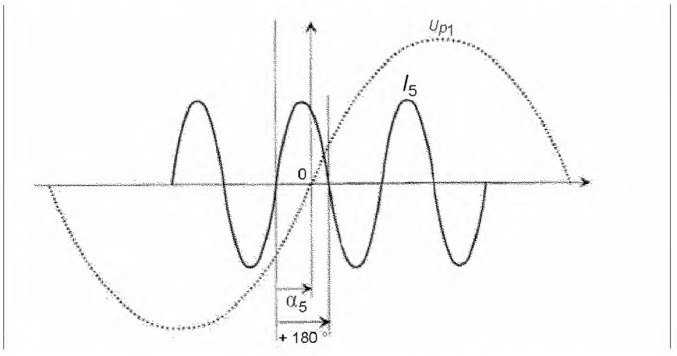


Рисунок 1 – Определение угла фазового сдвига гармонической составляющей тока 5-го порядка I_5 (I_5 опережает U_{p1}, $\alpha_5 > 0$)

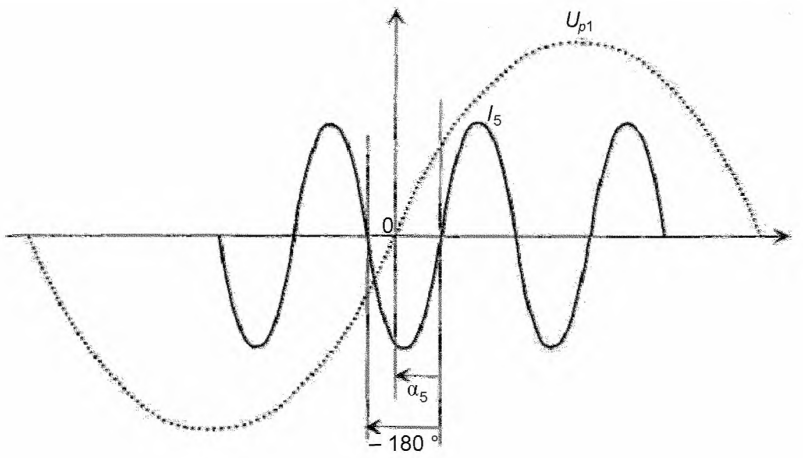


Рисунок 2 – Определение угла фазового сдвига гармонической составляющей тока 5-го порядка I_5 (I_5 отстает от U_{p1}, $\alpha_5 < 0$)

4 Условия измерений

4.1 Опорное значение основной составляющей тока

Опорное значение основной составляющей тока I_1, как определено в 3.11, либо измеряют, либо вычисляют, как указано ниже.

a) Если опорное значение основной составляющей тока измеряют, то измерение усредненного значения должно быть проведено, как указано в 4.2.1 для гармонических составляющих тока. Во время измерения опорного значения основной составляющей тока среднеквадратическое значение линейного тока должно быть равным номинальному линейному току I_{equ}, установленному изготовителем.

b) Если опорное значение основной составляющей тока вычисляют, то вычисления проводят с учетом номинального линейного тока I_{equ} по формуле

$$I_1 = \frac{I_{equ}}{\sqrt{1+THD^2}}.$$

Вычисленное по указанной формуле опорное значение основной составляющей тока должно быть установлено изготовителем оборудования и зафиксировано в протоколе испытаний. Это значение следует применять при пользовании таблицами 2 – 4 для установления норм эмиссии гармонических составляющих тока.

Опорное значение основной составляющей тока, измеренное при испытаниях на помехоэмиссию, отличных от испытаний, проведенных изготовителем на соответствие нормам настоящего стандарта, должно быть не менее 90 % и не более 110 % опорного значения основной составляющей тока, указанного изготовителем в протоколе испытаний. В случае, если измеренная величина находится вне указанных допустимых отклонений, но вблизи зоны установленного значения, для установления норм должно быть использовано измеренное опорное значение основной составляющей тока.

4.2 Измерения гармонических составляющих тока

Установленные в настоящем стандарте нормы гармонических составляющих тока применяют для линейных токов при всех видах подключения к сети и нагрузок.

Токи отдельных гармонических составляющих менее 1 % опорного значения основной составляющей тока не учитывают.

4.2.1 Проведение измерения

Измерение гармонических составляющих тока проводят следующим образом:

• для гармонической составляющей каждого порядка измеряют сглаженное (соответственно применению фильтра первого порядка с постоянной времени 1,5 с) среднеквадратическое значение гармонической составляющей тока в каждом измерительном окне дискретного преобразования Фурье, как установлено в IEC 61000-4-7;

• для гармонической составляющей каждого порядка рассчитывают среднеарифметическое значение измеренных величин в каждом измерительном окне дискретного преобразования Фурье за полный период наблюдения, установленный в 4.2.6.

Условия испытаний при измерении или вычислении гармонических составляющих тока приведены в разделе 7.

4.2.2 Повторяемость результатов испытаний

Повторяемость результатов испытаний является характерным требованием при проведении проверочных испытаний измерительной системы, а не требованием к испытанию каждого изделия.

Повторяемость измерений должна быть лучше, чем:

• ± 5 % для основной составляющей и гармонических составляющих тока не выше 7-го порядка;

• ± 10 % для гармонических составляющих тока выше 7-го порядка или ± 1 % опорного значения основной составляющей тока в зависимости от того, что больше.

При этом должны выполняться следующие условия:

• идентичный образец испытуемого оборудования (ИО) (не другой того же типа и подобный по конструкции, а именно идентичный);

• одинаковые условия испытаний;

• та же измерительная система;

• одинаковые климатические условия (если они влияют на результаты испытаний).

4.2.3 Приведение в действие и прекращение функционирования оборудования

Когда часть оборудования приводится в действие или его функционирование прекращается вручную с использованием органов управления, применяемых пользователем, или автоматических программ, гармонические составляющие тока не учитывают в течение первых 10 с после операции включения/выключения или в течение времени, необходимого для полного приведения оборудования в действие или полного прекращения его функционирования, в зависимости от того, какой период времени больше.

ИО не должно находиться в ждущем режиме (см. 3.13) более 10 % времени любого периода наблюдения.

4.2.4 Применение норм

Усредненные значения индивидуальных гармонических составляющих тока, полученных за весь период наблюдения, не должны превышать нормы, установленные в таблицах 2 – 4.

Для гармонической составляющей каждого порядка все сглаженные фильтром с постоянной времени 1,5 с среднеквадратические значения гармонических составляющих тока (см. 4.2.1) не должны превышать значений свыше 150 % от применяемых норм.

4.2.5 Протокол испытаний

Протокол испытаний может либо быть основан на информации, представленной изготовителем в испытательную лабораторию, либо включать подробные сведения об испытаниях, проведенных изготовителем. Протокол испытаний должен содержать всю существенную информацию, относящуюся к условиям испытаний, длительности периода наблюдения и опорному значению основной составляющей тока, подтверждающую соответствие настоящему стандарту.

Протокол испытаний должен включать:

– значение номинального линейного тока I_{equ};

– установленное опорное значение основной составляющей тока I_1;

– коэффициент короткого замыкания, применяемый при вычислениях или испытаниях;

– минимальное значение коэффициента короткого замыкания;

– ссылку на применяемую таблицу (в зависимости от типа оборудования).

4.2.6 Период наблюдения при испытаниях

Длительность периода наблюдения T_{obs} для четырех видов функционирования оборудования рассматривается и описывается в таблице 1.

Таблица 1 – Длительность периода наблюдения

Характер функционирования оборудования	Период наблюдения
Квазистационарный	Длительность периода T_{obs} должна быть достаточной, чтобы удовлетворять требованиям повторяемости результатов испытаний по 4.2.2
Кратковременные циклы ($T_{cycle} \leq$ 2,5 мин)	Длительность периода T_{obs} должна составлять не менее 10 циклов (эталонный метод) или быть достаточной или синхронизированной, чтобы удовлетворять требованиям повторяемости результатов испытаний по 4.2.2[a]
Случайный характер	Длительность периода T_{obs} должна быть достаточной, чтобы удовлетворять требованиям повторяемости результатов испытаний по 4.2.2
Длительные циклы ($T_{cycle} >$ 2,5 мин)	Длительность периода T_{obs} должна быть равной полному программному циклу оборудования (эталонный метод) или типичному периоду 2,5 мин, определенному производителем как рабочий период с наибольшим значением *THC*

[a] Под «синхронизированной» длительностью понимают общую длительность наблюдения, достаточно близкую к целому числу циклов оборудования, обеспечивающую повторяемость результатов испытаний в соответствии с 4.2.2.

4.3 Оборудование, состоящее из нескольких независимых изделий

Если отдельные независимые части оборудования (которые возможно, но не обязательно, поставлены различными изготовителями) смонтированы в стойке или в шкафу, соответствие требованиям и нормам настоящего стандарта может быть обеспечено по усмотрению изготовителя, либо для системы в целом, либо для каждого отдельного независимого изделия.

5 Требования и нормы для оборудования

5.1 Методы управления

При нормальных условиях эксплуатации допускается применять только методы симметричного управления (см. IEV 161-07-11).

Методы симметричного управления мощностью нагревательных элементов, при применении которых возможно возникновение гармонических составляющих потребляемого тока низкого порядка ($n \leq 40$) во входном токе разрешены только для профессионального оборудования, основной функцией которого не является нагрев. Кроме того, должны быть выполнены три следующие условия:

1) оборудование должно соответствовать нормам, установленным в настоящем стандарте, при проведении испытаний на входных зажимах электропитания;

2) в оборудовании должен обеспечиваться контроль за точностью установки температуры нагревательного элемента со временем тепловой постоянной менее 2 с;

3) отсутствуют другие технико-экономические доступные методы управления.

Примечание – Искровые зажигательные устройства в соответствии с настоящим стандартом рассматриваются как применяющие метод симметричного управления.

5.2 Нормы на эмиссию гармонических составляющих потребляемого тока

Нормы, установленные в настоящем стандарте, применяют для оборудования, подключаемого к системам электроснабжения с напряжением 230/400 В и частотой 50 Гц. Нормы, применяемые для других систем электроснабжения, будут установлены в последующих редакциях настоящего стандарта.

Примечание 1 – В некоторых странах (кроме европейских) предложенная методология не может быть применена, так как информация о мощности короткого замыкания не всегда доступна.

Нормы для гармонических составляющих потребляемого тока, установленные в настоящем стандарте, применяют к каждому линейному току оборудования. Нормы не применяют к току в нейтральном проводнике.

Для оборудования, имеющего несколько значений номинального потребляемого тока, оценка соответствия проводится при каждом значении тока.

Например (для одного и того же оборудования):

• номинальное напряжение 230 В, однофазное оборудование, номинальный потребляемый ток x А в одной фазе; оценку и испытания проводят при напряжении 230 В;

• номинальное напряжение 400 В, трехфазное оборудование, номинальный потребляемый ток: y А в одной фазе; оценку и испытания проводят при напряжении 400 В.

Нормы гармонических составляющих тока установлены в таблицах 2 – 4.

Оборудование, соответствующее нормам эмиссии гармонических составляющих потребляемого тока (R_{sce} = 33), пригодно для подключения в любой точке системы электроснабжения.

Примечания

2 Установленные в таблицах 2 – 4 нормы основаны на минимальном значении R_{sce} = 33. Коэффициенты короткого замыкания менее 33 не рассматриваются.

3 Для уменьшения глубины коммутационных провалов напряжения преобразователей могут быть необходимы коэффициенты короткого замыкания более 33.

Для оборудования, не соответствующего нормам эмиссии гармонических составляющих потребляемого тока (при R_{sce} = 33), допустимы большие значения эмиссии помех при условии, что коэффициент короткого замыкания R_{sce} превышает 33. Предполагается, что такой подход применим для большинства оборудования с потребляемым током более 16 А в одной фазе.

Изготовитель может выбрать значение R_{sce}, обеспечивающее соответствие требованиям и нормам настоящего стандарта.

Требования к эксплуатационным документам приведены в разделе 6.

Нормы, установленные в таблице 2, применяют для оборудования, не относящегося к симметричному трехфазному оборудованию, а в таблицах 3 и 4 – для симметричного трехфазного оборудования.

Нормы, установленные в таблице 4, могут быть использованы (для симметричного трехфазного оборудования) при выполнении любого из следующих условий:

a) угол фазового сдвига гармонической составляющей тока 5-го порядка относительно основной составляющей фазного напряжения (см. 3.14) находится в пределах от 90° до 150° в течение всего периода наблюдения.

Примечание 4 – Указанное выше условие обычно выполняется для оборудования, конструкция которого включает в себя выпрямительный мост и емкостной фильтр с дросселем, имеющий 3 % потери по переменному току или 4 % потери по постоянному току.

b) конструкция оборудования должна быть такой, чтобы угол фазового сдвига гармонической составляющей тока 5-го порядка относительно основной составляющей фазного напряжения не принимал какого-либо предпочтительного значения во время функционирования и мог быть любым в интервале от 0° до 360°.

Примечание 5 – Указанное условие обычно выполняется для преобразователей с полностью управляемыми тиристорными мостами.

c) в течение периода наблюдения при испытаниях значения каждой из гармонических составляющих тока 5-го и 7-го порядка составляют менее 5 % опорного значения основной составляющей тока.

Примечание 6 – Указанное условие обычно выполняется для так называемого оборудования «12 импульсов».

Нормы, установленные в таблицах 3 и 4, могут быть применены для гибридного оборудования при выполнении одного из следующих условий:

1) максимальное значение гармонической составляющей тока 3-го порядка, потребляемого гибридным оборудованием, должно быть менее 5 % опорного значения основной составляющей тока;

2) конструкция гибридного оборудования должна быть такой, чтобы она позволяла проводить раздельные измерения токов, потребляемых нагрузками, представляющими собой симметричное трехфазное оборудование и однофазное или межфазное оборудование, причем во время измерений эти нагрузки должны потреблять такой же ток, как и при нормальных условиях эксплуатации. В этом случае соответствующие нормы помехоэмиссии следует применять для каждой из нагрузок по отдельности: для однофазного или межфазного оборудования – по таблице 2; для симметричного трехфазного оборудования – по таблицам 3 или 4.

Для обеспечения проверки измерительной системы при выполнении условия по перечислению 2) изготовителю следует указать номинальный потребляемый ток для каждой отдельной нагрузки. Значение R_{sce} для гибридного оборудования при наибольшем значении мощности короткого замыкания S_{sc}, определенного для отдельных нагрузок с учетом минимальных значений R_{sce}, приведено в таблицах 2 – 4.

Таблица 2 – Нормы эмиссии гармонических составляющих тока для оборудования, кроме симметричного трехфазного оборудования

Минимальное значение R_{sce}	Допустимое относительное значение отдельных гармонических составляющих тока I_n / I_1 [a], %						Допустимое относительное значение коэффициента гармонических составляющих тока, %	
	I_3	I_5	I_7	I_9	I_{11}	I_{13}	*THD*	*PWHD*
33	21,6	10,7	7,2	3,8	3,1	2	23	23
66	24	13	8	5	4	3	26	26
120	27	15	10	6	5	4	30	30
250	35	20	13	9	8	6	40	40
≥ 350	41	24	15	12	10	8	47	47
Относительные значения четных гармонических составляющих до 12-го порядка включительно не должны превышать 16/n %. Четные гармонические составляющие свыше 12-го порядка, а также нечетные гармонические составляющие учитывают при установлении норм *THD* и *PWHD*. Примечание – Допускается линейная интерполяция между последовательными значениями R_{sce} (см. также приложение В).								
[a] I_1 – значение основной составляющей тока; I_n – значение гармонической составляющей тока.								

Таблица 3 – Нормы эмиссии гармонических составляющих тока для симметричного трехфазного оборудования

Минимальное значение R_{sce}	Допустимое относительное значение отдельных гармонических составляющих тока I_n/I_1 [a], %				Допустимое относительное значение коэффициента гармонических составляющих тока, %	
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}	*THD*	*PWHD*
33	10,7	7,2	3,1	2	13	22
66	14	9	5	3	16	25
120	19	12	7	4	22	28
250	31	20	12	7	37	38
≥ 350	40	25	15	10	48	46
Относительные значения четных гармонических составляющих до 12-го порядка включительно не должны превышать 16/n %. Четные гармонические составляющие свыше 12-го порядка, а также нечетные гармонические составляющие учитывают при установлении норм *THD* и *PWHD*. Примечание – Допускается линейная интерполяция между последовательными значениями R_{sce} (см. также приложение В).						
[a] I_1 – значение основной составляющей тока; I_n – значение гармонической составляющей тока.						

Таблица 4 – Нормы эмиссии гармонических составляющих тока для симметричного трехфазного оборудования, применяемого при установленных условиях

Минимальное значение R_{sce}	Допустимое относительное значение отдельных гармонических составляющих тока I_n/I_1 [a], %				Допустимое относительное значение коэффициента гармонических составляющих тока, %	
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}	*THD*	*PWHD*
33	10,7	7,2	3,1	2	13	22
≥ 120	40	25	15	10	48	46
Относительные значения четных гармонических составляющих до 12-го порядка включительно не должны превышать 16/n %. Четные гармонические составляющие свыше 12-го порядка, а также нечетные гармонические составляющие учитывают при установлении норм *THD* и *PWHD*. Примечание – Допускается линейная интерполяция между последовательными значениями R_{sce} (см. также приложение B).						
[a] I_1 – значение основной составляющей тока; I_n – значение гармонической составляющей тока.						

Алгоритм, поясняющий порядок применения норм, установленных в таблицах 2 – 4, приведен на рисунке 3:

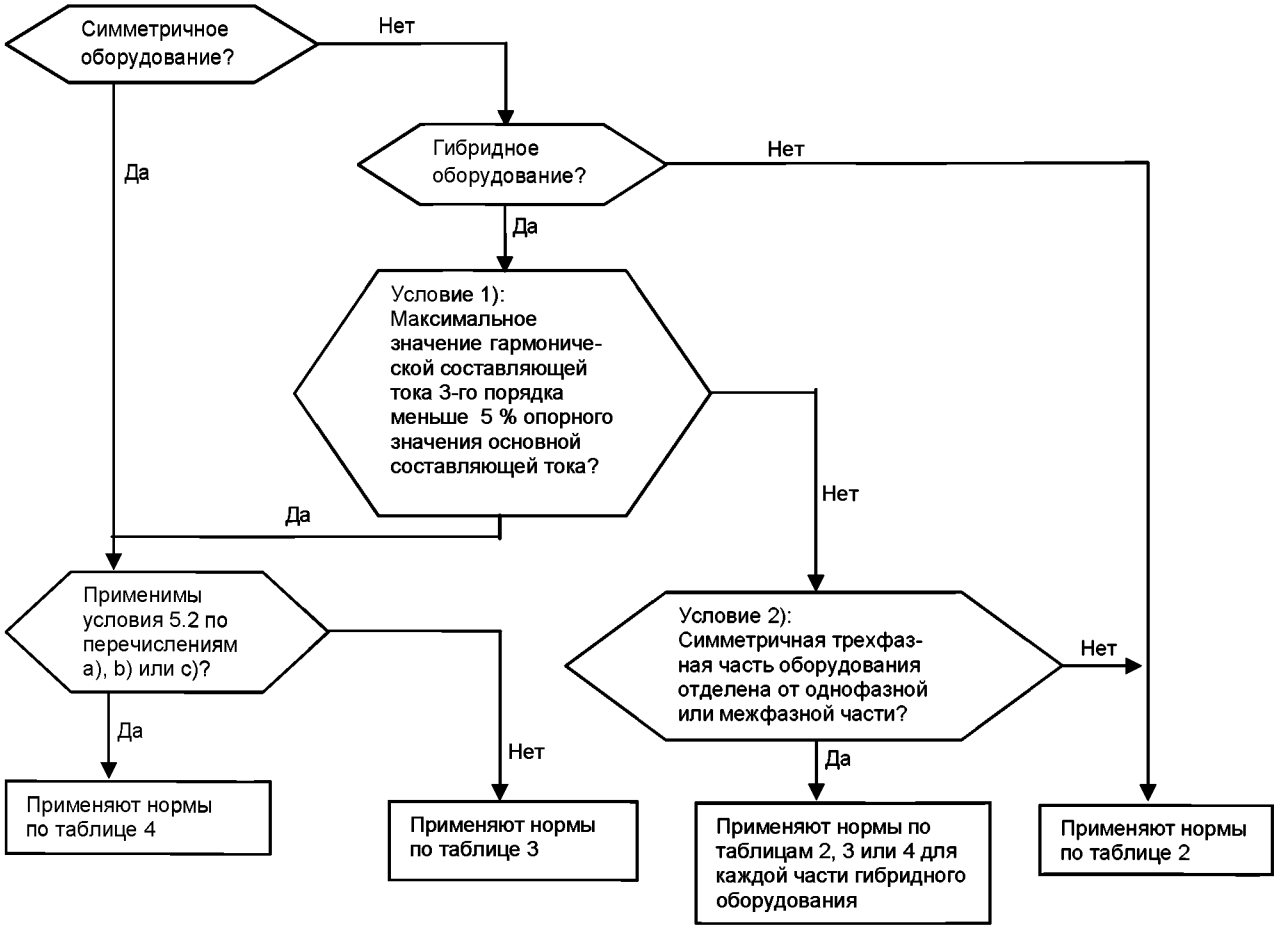


Рисунок 3 – Алгоритм, поясняющий порядок применения норм, установленных в таблицах 2 – 4

6 Эксплуатационные документы

Для оборудования, соответствующего нормам гармонических составляющих потребляемого тока при значении R_{sce}, равном 33, изготовитель должен указать в его инструкции (руководстве) по эксплуатации или руководстве пользователя:

«Оборудование соответствует СТБ IEC 61000-3-12».

Изготовитель оборудования, не соответствующего нормам гармонических составляющих потребляемого тока при значении R_{sce}, равном 33, должен:

– определить минимальное значение R_{sce}, при котором не превышаются нормы, установленные в таблицах 2, 3 или 4;

– указать в инструкции (руководстве) по эксплуатации значение мощности короткого замыкания S_{sc}, соответствующее указанному минимальному значению R_{sce} (см. 3.10);

– предоставить пользователю инструкции по точному расчету (если необходимо, при согласовании с представителем организации – поставщика электрической энергии), что оборудование подключено только к системе электроснабжения с указанным выше или большим значением S_{sc}.

С этой целью в инструкции (руководстве) по эксплуатации должно быть следующее указание:

«Оборудование соответствует нормам гармонических составляющих потребляемого тока, установленным в СТБ IEC 61000-3-12, при условии, что мощность короткого замыкания S_{sc} в точке подключения электрической сети пользователя к системе электроснабжения общего назначения равна или превышает xx. Организация, установившая оборудование, или пользователь несут ответственность за то, чтобы данное оборудование было подключено лишь к системе электроснабжения (если необходимо, то при консультации с представителем организации), мощность короткого замыкания S_{sc} которой составляет не менее xx», где вместо xx указывается значение S_{sc}, соответствующее минимальному значению R_{sce}, при котором нормы эмиссии гармонических составляющих тока, установленные в таблицах 2, 3 или 4, не превышаются.

7 Условия испытаний и моделирования

Соответствие настоящему стандарту может быть определено одним из следующих способов:

a) прямым измерением (см. 7.1);

b) вычислениями с проверкой моделированием (см. 7.2).

При проведении для партии оборудования прямых испытаний или моделирования следует учитывать условия проведения испытаний, кроме цели контроля эмиссии гармонических составляющих тока оборудования. Прямое испытание или моделирование должны быть выполнены с использованием условий, отраженных изготовителем в протоколе испытаний. Прямые испытания должны быть подвергнуты экспертизе путем прямого измерения и моделирования с применением новых условий моделирования или условий, которые продублируют условия моделирования, выполненного изготовителем.

7.1 Требования к прямому измерению

Источник электропитания должен соответствовать следующим требованиям:

a) выходное напряжение U должно соответствовать номинальному напряжению оборудования. В случае диапазона напряжения электропитания, выходное напряжение должно быть равным номинальному напряжению системы электроснабжения в соответствии с IEC 60038 (например, 120 или 230 В для однофазных систем электроснабжения и 400 В между фазами для трехфазных систем электроснабжения);

b) отклонения выходного напряжения от установленного значения не должны превышать ± 2 %, отклонение частоты питания должно составлять ± 0,5 % номинального значения;

c) в случае трехфазной системы электропитания несимметричность напряжений должна быть менее 50 % уровня совместимости, установленного в IEC 61000-2-2;

d) гармонические составляющие выходного напряжения U при отсутствии нагрузки не должны превышать:

– 1,5 % для гармонических составляющих 5-го порядка;

– 1,25 % для гармонических составляющих 3-го и 7-го порядков;

– 0,7 % для гармонических составляющих 11-го порядка;

– 0,6 % для гармонических составляющих 9-го и 13-го порядков;

– 0,4 % для четных гармонических составляющих от 2-го до 10-го порядка;

– 0,3 % для гармонических составляющих 12-го порядка и от 14-го до 40-го порядка;

e) для применения норм, установленных в таблицах 2 и 3, полное сопротивление источника электропитания должно быть таким, чтобы значение R_{sce} было не менее ожидаемого минимального значения R_{sce} ($R_{sce\ min}$), при котором обеспечивается соответствие оборудования установленным нормам (с учетом возможного внесения в измерительную схему реактивного сопротивления).

Для применения норм, установленных в таблице 4, полное сопротивление источника электропитания должно быть таким, чтобы значение R_{sce} было равно или превышало в 1,6 раза ожидаемое минимальное значение R_{sce} ($R_{sce\ min}$), при котором обеспечивается соответствие оборудования установленным нормам (с учетом возможного внесения в измерительную схему реактивного сопротивления).

Примечание 1 – Коэффициент 1,6 учитывает, что для оборудования, подключенного к системе электроснабжения, значение R_{sce} которой больше, чем $R_{sce\ min}$, уровень эмиссии гармонических составляющих тока возрастает. Это допущение было учтено в таблицах 2 и 3, так что никакого дальнейшего допущения в вычислении R_{sce}, используемого при испытании, не требуется.

f) полное сопротивление источника электропитания должно включать в себя полное сопротивление токоизмерительных элементов и проводников.

Примечание 2 – Выбор указанных выше требований к полному сопротивлению и допустимым искажениям напряжения источника электропитания представляет собой компромисс, учитывающий, что высококачественные источники электропитания с высокой нагрузкой по току редки.

Повторяемость результатов испытаний при использовании различных источников электропитания, отвечающих указанным выше требованиям к допустимым искажениям напряжения и полному сопротивлению, может быть недостаточной. Повторяемость результатов при использовании одного и того же источника электропитания является более приемлемой. Если возможно, следует использовать источники электропитания с более низким искажением и полным сопротивлением.

Если минимальное значение R_{sce}, полученное в результате измерений, превышает ожидаемое значение, указанное в перечислении e), измерение следует повторить с указанным новым значением, рассматриваемым в качестве ожидаемого минимального значения R_{sce}.

Требования к измерительной аппаратуре установлены в IEC 61000-4-7.

В симметричном трехфазном оборудовании потребляемые токи могут быть измерены только в одной из фаз, но при сомнении в результатах измерений гибридного оборудования и во всех случаях при испытании несимметричного трехфазного оборудования измерения проводят во всех фазах.

Для оборудования, подключаемого к однофазной сети питания, допускается измерение тока в нейтральном проводнике вместо измерения тока в линейном проводнике.

Измерения проводят в точке подключения источника электропитания к ИО.

Примечание 3 – При оценке эмиссии гармонических составляющих тока см. 4.2, а также IEC 61000-4-7.

7.2 Требования к моделированию

Оценка уровней эмиссии гармонических составляющих тока и соответствующего значения $R_{sce\ min}$ может быть проведена с применением компьютерного моделирования оборудования конкретного вида. Моделирование может быть проведено в тех случаях, когда установленные в 7.1 требования в отношении источника электропитания не могут быть выполнены. При этом для проверки результатов моделирования должны быть выполнены следующие этапы:

a) проводят измерение гармонических составляющих тока, потребляемого образцом оборудования при нормальных лабораторных условиях, в соответствии с 7.1. При этом допускают повышенное искажение испытательного напряжения, однако значения индивидуальных гармонических составляющих напряжения источника электропитания не должны превышать уровней совместимости, установленных в IEC 61000-2-4 для оборудования класса 3. Проведенные измерения должны подтвердить соответствие оборудования установленным нормам.

Кроме того, фиксируют спектр испытательного напряжения, а также полное сопротивление источника электропитания (значение полного сопротивления измеряют либо непосредственно на основной частоте сети, либо путем измерения S_{sc} с учетом полного сопротивления токоизмерительных элементов и проводников);

b) проводят моделирование оборудования, используя программное обеспечение изготовителя и сведения о функционировании данного оборудования, предоставленные изготовителем. При моделировании в качестве входных параметров используют измеренные значения спектральных составляющих испытательного напряжения и полного сопротивления источника электропитания. Вычисленные в процессе моделирования уровни гармонических составляющих тока сравнивают с результатами измерений, проведенных по перечислению a).

Результаты моделирования утверждаются, если расхождения между измеренными и полученными при моделировании значениями не превышают наибольшего из следующих значений для каждой гармонической составляющей тока до 13-го порядка включительно:

– ± 2 % опорной основной составляющей тока;

– ± 10 % измеренного значения.

Примечание – Установленные в настоящем стандарте процедуры не обеспечивают высокой точности моделирования в отношении гармонических составляющих тока высоких порядков. Поэтому нецелесообразно устанавливать допустимое расхождение результатов моделирования и измерений для гармонических составляющих тока выше 13-го порядка. Вместе с тем изготовителям оборудования при сравнении результатов измерений и моделирования рекомендуется проводить измерения гармонических составляющих тока до 40-го порядка включительно и анализировать любые расхождения между результатами измерений и моделирования. Значительные расхождения между результатами измерений и моделирования для гармонических составляющих тока свыше 13-го порядка означают для изготовителя риск несоответствия продукции установленным нормам.

При рассмотрении результатов моделирования гармонические составляющие тока с измеренными значениями менее 1 % значения опорной основной составляющей не учитывают.

Проверку правильности моделирования не требуется повторять для каждого изделия из совокупности подобных по конструкции изделий с потребляемым током в пределах от 16 до 75 А. Моделирование предполагается верным, если оно проверено на одном изделии из указанной совокупности, с минимальным и максимальным значениями потребляемого тока;

c) повторяют моделирование, используя неискаженное симметричное синусоидальное напряжение и исключительно индуктивное полное сопротивление источника электропитания.

Для применения норм, установленных в таблицах 2 и 3, полное сопротивление источника электропитания должно быть таким, чтобы значение R_{sce} было не менее ожидаемого минимального значения R_{sce} ($R_{sce\ min}$), при котором обеспечивается соответствие оборудования установленным нормам (с учетом возможного внесения в измерительную схему реактивного сопротивления).

Для применения норм, установленных в таблице 4, полное сопротивление источника электропитания должно быть таким, чтобы значение R_{sce} было равно или превышало в 1,6 раза ожидаемое минимальное значение R_{sce} ($R_{sce\ min}$), при котором обеспечивается соответствие оборудования установленным нормам (с учетом возможного внесения реактивного сопротивления в измерительную схему).

Результаты этого второго моделирования, как полагают, являются соответствующими гармоническими составляющими тока и должны использоваться, чтобы получить минимальное значение R_{sce} из таблиц 2 – 4.

Однако если полученное минимальное значение R_{sce} превышает ожидаемое значение, используемое при моделировании, моделирование следует повторить с новым полученным значением, рассматриваемым в качестве ожидаемого минимального значения R_{sce}.

7.3 Общие условия испытаний и моделирования

Испытания на эмиссию гармонических составляющих тока следует проводить при установке органов управления оборудования, используемых пользователем, или автоматических программ так, чтобы обеспечить при нормальных условиях эксплуатации максимальное общее значение гармонических составляющих тока (*THC*). Вместе с тем нет необходимости проводить при испытаниях поиск условий, соответствующих наибольшей эмиссии помех.

Оборудование испытывают в том виде, как оно представлено изготовителем. Перед испытаниями от изготовителя может потребоваться проведение предварительной проверки функционирования вращательных электрических приводов, с тем чтобы результаты соответствовали нормальной эксплуатации оборудования.

Примечание – Особенности условий проведения испытаний при измерении или моделировании гармонических составляющих тока некоторых типов оборудования согласно IEC Guide 107 могут указываться в соответствующих стандартах на конкретную продукцию.

Условия проведения испытаний, установленные в IEC 61000-3-2 (приложение C), могут быть применены к оборудованию соответствующих типов, на которые распространяется настоящий стандарт.

Условия проведения испытаний для другого оборудования будут указываться исходя из потребности.

Приложение А
(обязательное)

Диаграмма норм для гармонических составляющих потребляемого тока

Допустимые значения индивидуальных гармонических составляющих потребляемого тока линейно возрастают при увеличении значения R_{sce} от минимального до максимального, приведенного в таблицах 2, 3 и 4. Этот принцип отображен на рисунке А.1 для гармонической составляющей тока 5-го порядка.

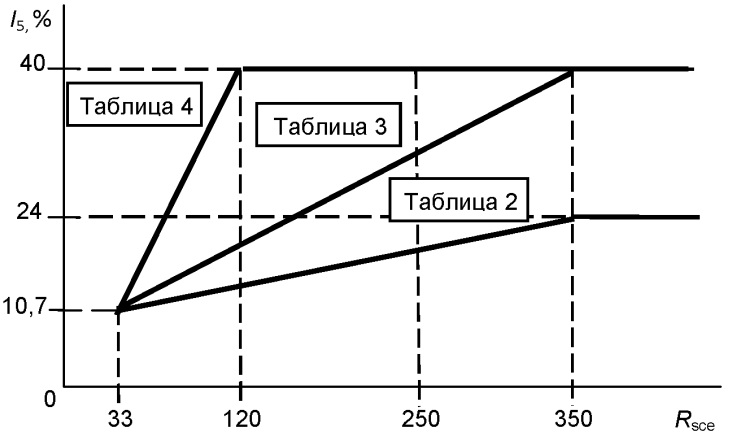


Рисунок А.1 – Нормы для гармонических составляющих тока 5-го порядка как функция R_{sce}

Приложение В
(обязательное)

Формулы приближенной интерполяции

В.1 Общие положения

Приведенные ниже формулы приближенной интерполяции следует применять при интерполяции между значениями R_{sce}, приведенными в таблицах 2 – 4, как указано в примечании 2 к этим таблицам.

Приведенные формулы позволяют также рассчитать минимальное значение R_{sce}, соответствующее значению тока конкретной гармонической составляющей.

Форма записи: i_n (%) = (I_n / I_1) · 100.

В.2 Вычисление значений R_{sce} и коэффициентов гармонических составляющих для оборудования, не относящегося к симметричному трехфазному оборудованию (см. таблицу 2)

Значение R_{sce} находится в пределах от 33 до 350:

$i_3 = 0{,}06 \cdot R_{sce} + 20$	$R_{sce} = (i_3 - 20) / 0{,}06$
$i_5 = 0{,}04 \cdot R_{sce} + 10$	$R_{sce} = (i_5 - 10) / 0{,}04$
$i_7 = 0{,}025 \cdot R_{sce} + 6{,}5$	$R_{sce} = (i_7 - 6{,}5) / 0{,}025$
$i_9 = 0{,}025 \cdot R_{sce} + 3$	$R_{sce} = (i_9 - 3) / 0{,}025$
$i_{11} = 0{,}02 \cdot R_{sce} + 2{,}5$	$R_{sce} = (i_{11} - 2{,}5) / 0{,}02$
$i_{13} = 0{,}02 \cdot R_{sce} + 1{,}4$	$R_{sce} = (i_{13} - 1{,}4) / 0{,}02$
$THD = 0{,}075 \cdot R_{sce} + 21$	$R_{sce} = (THD - 21) / 0{,}075$
$PWHD = 0{,}075 \cdot R_{sce} + 21$	$R_{sce} = (PWHD - 21) / 0{,}075$

В.3 Вычисление значений R_{sce} и коэффициентов гармонических составляющих для симметричного трехфазного оборудования (см. таблицу 3)

Значение R_{sce} находится в пределах от 33 до 350:

$i_5 = 0{,}09 \cdot R_{sce} + 8$	$R_{sce} = (i_5 - 8) / 0{,}09$
$i_7 = 0{,}06 \cdot R_{sce} + 5$	$R_{sce} = (i_7 - 5) / 0{,}06$
$i_{11} = 0{,}04 \cdot R_{sce} + 2$	$R_{sce} = (i_{11} - 2) / 0{,}04$
$i_{13} = 0{,}025 \cdot R_{sce} + 1{,}2$	$R_{sce} = (i_{13} - 1{,}2) / 0{,}025$
$THD = 0{,}11 \cdot R_{sce} + 9$	$R_{sce} = (THD - 9) / 0{,}11$
$PWHD = 0{,}075 \cdot R_{sce} + 20$	$R_{sce} = (PWHD - 20) / 0{,}075$

В.4 Вычисление R_{sce} и коэффициентов гармонических составляющих для симметричного трехфазного оборудования, применяемых при определенных условиях (см. таблицу 4)

Значение R_{sce} находится в пределах от 33 до 120:

$i_5 = 0{,}33 \cdot R_{sce}$	$R_{sce} = i_5 / 0{,}33$
$i_7 = 0{,}2 \cdot R_{sce}$	$R_{sce} = i_7 / 0{,}2$
$i_{11} = 0{,}14 \cdot R_{sce} - 1{,}5$	$R_{sce} = (i_{11} + 1{,}5) / 0{,}14$
$i_{13} = 0{,}1 \cdot R_{sce} - 1$	$R_{sce} = (i_{13} + 1) / 0{,}1$
$THD = 0{,}4 \cdot R_{sce}$	$R_{sce} = THD / 0{,}4$
$PWHD = 0{,}27 \cdot R_{sce} + 13$	$R_{sce} = (PWHD - 13) / 0{,}27$

Приложение С
(справочное)

Оборудование, не соответствующее требованиям и нормам настоящего стандарта

Оборудование, на которое распространяется настоящий стандарт, не удовлетворяющее требованиям и нормам, приведенным в разделе 5, не соответствует настоящему стандарту.

Тем не менее, подключение такого оборудования к системе электроснабжения общего назначения возможно при определенных условиях, по согласованию между изготовителем, монтажной организацией или пользователем с одной стороны и организацией – поставщиком электрической энергии с другой.

Такие особые условия подключения и соглашения в настоящем стандарте не рассматриваются.

Приложение D
(справочное)

Сведения о частично взвешенном коэффициенте гармонических составляющих *PWHD*

Настоящее приложение содержит сведения о введении показателя *PWHD*. Более полная информация приведена в IEC 61000-1-4.

Напряжение гармонической составляющей *n*-го порядка, создаваемой одной нелинейной частью оборудования, подключенной к низковольтной системе электроснабжения, вычисляется по формуле

$$V_n = Z_n \cdot I_n ,$$

где V_n – гармоническая составляющая напряжения *n*-го порядка;

I_n – гармоническая составляющая тока *n*-го порядка, инжектируемая частью оборудования;

Z_n – полное сопротивление низковольтной системы электроснабжения на частоте гармонической составляющей *n*-го порядка.

Общее влияние этого образца оборудования на систему гармонических составляющих напряжения может быть оценено с применением суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения, определяемого по формуле

$$THD_V = \sqrt{\sum_{n=2}^{40}\left(\frac{V_n}{V_1}\right)^2} .$$

Полное сопротивление системы электроснабжения в первом приближении может рассматриваться как чисто индуктивное. При этом условии полное сопротивление Z_n на частоте гармонической составляющей *n*-го порядка может быть выражено как линейная функция полного сопротивления Z на основной частоте

$$Z_n = n \cdot Z.$$

Тогда

$$THD_V = \sqrt{\sum_{2}^{40}\left(\frac{n \cdot Z \cdot I_n}{V_1}\right)^2} = \frac{Z \cdot I_1}{V_1} \cdot \sqrt{\sum_{n=2}^{40} n^2 \cdot \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2} .$$

Это выражение может быть представлено в виде

$$THD_V = \frac{Z \cdot I_1}{V_1} \cdot GCF \text{ , где } GCF = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} n^2 \cdot \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2} .$$

Коэффициент *GCF* характеризует вклад конкретного образца оборудования в образование системы гармонических составляющих напряжения, особенно если в потребляемом токе преобладают гармонические составляющие тока низкого порядка.

Однако в низковольтных системах электроснабжения не представляется возможным представить полное сопротивление Z_n как линейную функцию полного сопротивления Z для гармонических составляющих более высокого порядка. Поэтому для гармонических составляющих более высокого порядка целесообразно применять более точное приближение для полного сопротивления

$$Z_n = \sqrt{n} \cdot Z .$$

Тогда рассматриваемый в целом вклад влияния гармонических составляющих равен

$$GCF = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} n \cdot \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2} \ .$$

Так как индивидуальные нормы для гармонических составляющих тока определены до 13-го порядка включительно, коэффициент *PWHD* вводится для учета рассматриваемого в целом вклада высших гармонических составляющих тока, создаваемых конкретным образцом оборудования, в образование гармонических составляющих напряжения в системе энергоснабжения

$$PWHD = \sqrt{\sum_{n=14}^{40} n \cdot \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2} \ .$$

Библиография

IEC/TR 61000-1-4:2005 — Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 1-4: General – Historical rationale for the limitation of power-frequency conducted harmonic current emissions from equipment, in the frequency range up to 2 kHz
(Электромагнитная совместимость ЭМС). Часть 1-4. Основы. Обоснования ограничения эмиссии оборудованием гармонических составляющих тока в полосе частот до 2 кГц)

Примечание – Отклонение от норм, указанных в настоящем стандарте, будет подтверждено в IEC 61000-1-4.

IEC/TR3 61000-2-6:1995 — Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-6: Environment – Assessment of the emission levels in the power supply of industrial plants as regards low-frequency conducted disturbances
(Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 2-6. Электромагнитная обстановка. Оценка уровней эмиссии помех в системах электроснабжения промышленных предприятий в отношении низкочастотных кондуктивных помех)

IEC/TS 61000-3-4:1998 — Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-4: Limits – Limitation of emission of harmonic currents in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A
(Электромагнитная совместимость. Часть 3-4. Нормы. Ограничение эмиссии гармонических составляющих тока оборудованием с потребляемым током более 16 А в низковольтных системах электроснабжения)

IEC/TR 61000-3-6:2008 — Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-6: Limits – Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems
(Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 3-6. Нормы. Оценка уровней эмиссии помех возмущающими нагрузками в силовых системах среднего, высокого и сверхвысокого напряжения)

IEC Guide 107:1998 — Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications
(Электромагнитная совместимость. Руководство по составлению публикаций по электромагнитной совместимости)

Приложение Д.А
(справочное)

Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным международным стандартам

Таблица Д.А.1 – Сведения о соответствии государственного стандарта ссылочному международному стандарту

Обозначение и наименование международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
IEC 61000-3-2:2005 Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 3-2. Нормы. Нормы эмиссии гармонических составляющих тока (оборудование с потребляемым током ≤ 16 А в одной фазе)	IDT	СТБ МЭК 61000-3-2-2006 Электромагнитная совместимость. Часть 3-2. Нормы. Нормы эмиссии гармонических составляющих тока для оборудования с потребляемым током ≤ 16 А в одной фазе

Таблица Д.А.2 – Сведения о соответствии государственного стандарта ссылочному международному стандарту другого года издания

Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта	Обозначение и наименование международного стандарта другого года издания	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
IEC 60038:2002 Стандартные напряжения IEC	IEC 60038:1983 Стандартные напряжения IEC	MOD	ГОСТ 29322-92 (МЭК 38-83)* Стандартные напряжения (IEC 60038:1983, MOD)
* Внесенные технические отклонения обеспечивают выполнение требований настоящего стандарта.			

Ответственный за выпуск *В. Л. Гуревич*

Сдано в набор 17.03.2009. Подписано в печать 11.05.2009. Формат бумаги 60×84/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Arial. Печать ризографическая. Усл. печ. л. 2,90 Уч.- изд. л. 1,59 Тираж экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение:
Научно-производственное республиканское унитарное предприятие
«Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС)
ЛИ № 02330/0133084 от 30.04.2009.
ул. Мележа, 3, 220113, Минск.

gost.e-ecolog.ru