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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

# ГОСТ IEC 61000-3-3— 2015

## Электромагнитная совместимость (ЭМС)

Часть 3-3

## НОРМЫ

## Ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера в общественных низковольтных системах электроснабжения для оборудования с номинальным током не более 16 А (в одной фазе), подключаемого к сети электропитания без особых условий

(IEC 61000-3-3:2013,
Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 3-3: Limits — Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection,
IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

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

**Сведения о стандарте**

1 ПОДГОТОВЛЕН Закрытым акционерным обществом «Научно-испытательный центр «САМТЭС» и Техническим комитетом по стандартизации ТК 30 «Электромагнитная совместимость технических средств» на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

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

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 22 июля 2015 г. № 78-П)

За принятие проголосовали:

| Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97 | Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97 | Сокращенное наименование национального органа по стандартизации |
|---|---|---|
| Армения | AM | Минэкономики Республики Армения |
| Беларусь | BY | Госстандарт Республики Беларусь |
| Казахстан | KZ | Госстандарт Республики Казахстан |
| Киргизия | KG | Кыргызстандарт |
| Россия | RU | Росстандарт |
| Таджикистан | TJ | Таджикстандарт |

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 августа 2015 г. № 1102-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 61000-3-3—2015 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 марта 2016 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 61000-3-3:2013 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 3-3. Нормы. Ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера в общественных низковольтных системах электроснабжения для оборудования с номинальным током не более 16 А (в одной фазе), не подлежащего условному соединению» («Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 3-3: Limits — Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection», IDT).

Международный стандарт IEC 61000-3-3:2013 подготовлен Подкомитетом 77А «Низкочастотные электромагнитные явления» Технического комитета ТК 77 IEC «Электромагнитная совместимость».

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Стандартинформ, 2016

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

## Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Оценка изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера . . . 3
4.1 Оценка относительного изменения напряжения $d(t)$ . . . 3
4.2 Оценка кратковременной дозы фликера $P_{st}$ . . . 4
4.3 Оценка длительной дозы фликера $P_{lt}$ . . . 5
5 Нормы . . . 5
6 Условия испытаний . . . 6
6.1 Общие положения . . . 6
6.2 Неопределенность измерений . . . 7
6.3 Испытательное напряжение электропитания . . . 7
6.4 Стандартное полное сопротивление . . . 7
6.5 Период наблюдения . . . 8
6.6 Общие условия испытаний . . . 8
Приложение А (обязательное) Применение норм и условия типовых испытаний для оборудования конкретного вида . . . 12
Приложение В (обязательное) Условия испытаний и методы измерения изменений напряжения $d_{max}$, вызываемых ручным переключением . . . 17
Приложение С (справочное) Определение напряжения установившегося режима и характеристик изменения напряжения в соответствии с IEC 61000-4-15:2010 . . . 18
Приложение D (справочное) Входное относительное колебание напряжения $\Delta V/V$ для $P_{st}$ = 1,0 на выходе (IEC/TR 61000-3-7:2008) . . . 21
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам . . . 22
Библиография . . . 23

## Введение

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

- часть 1. Общие положения:

общее рассмотрение (введение, фундаментальные принципы), определения, терминология;

- часть 2. Электромагнитная обстановка:

описание электромагнитной обстановки, классификация электромагнитных обстановок, уровни электромагнитной совместимости;

- часть 3. Нормы:

нормы электромагнитной эмиссии, нормы помехоустойчивости (в тех случаях, когда они не являются предметом рассмотрения техническими комитетами, разрабатывающими стандарты на продукцию);

- часть 4. Методы испытаний и измерений:

методы измерений, методы испытаний;

- часть 5. Руководства по установке и помехоподавлению:

руководства по установке, методы и устройства помехоподавления;

- часть 9. Разное.

Каждая часть подразделяется на разделы, которые могут быть опубликованы как международные стандарты или технические отчеты.

Указанные стандарты и технические отчеты публикуются в хронологическом порядке и соответственно пронумерованы.

Настоящий стандарт содержит часть 3-3 серии стандартов IEC 61000 и имеет статус стандарта на группу продукции.

Настоящее третье издание стандарта заменяет и отменяет второе издание, опубликованное в 2008 г., и является техническим пересмотром.

Это издание включает в себя следующие существенные технические изменения по отношению к предыдущему:

в настоящем издании учтены изменения, внесенные в IEC 61000-4-15:2010.

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

**Электромагнитная совместимость (ЭМС)**

**Часть 3-3**

**НОРМЫ**

# Ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера в общественных низковольтных системах электроснабжения для оборудования с номинальным током не более 16 А (в одной фазе), подключаемого к сети электропитания без особых условий

Electromagnetic compatibility (EMC). Part 3-3. Limits. Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase connected to the power supply network without special conditions

**Дата введения — 2016—03—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт рассматривает ограничение колебаний напряжения и фликера, оказывающих воздействие на общественные низковольтные системы электроснабжения.

Стандарт устанавливает нормы изменений напряжения, которые могут быть вызваны оборудованием при испытаниях в определенных условиях, и содержит указания по методам оценки.

Стандарт распространяется на электрическое и электронное оборудование с потребляемым током не более 16 А в одной фазе, предназначенное для подключения к общественным низковольтным распределительным системам электроснабжения номинальным напряжением фаза — нейтраль от 220 до 250 В частотой 50 Гц, подключаемое без особых условий.

Оборудование, которое не соответствует нормам настоящего стандарта при испытании со стандартным полным сопротивлением $Z_{ref}$ по 6.4, и в отношении которого изготовитель не может, следовательно, заявить о соответствии настоящему стандарту, может быть испытано или оценено на соответствие IEC 61000-3-11.

Стандарт IEC 61000-3-11 применяется к оборудованию с номинальным входным током не более 75 А в одной фазе, подключаемому к сети электропитания при особых условиях.

Испытания в соответствии с настоящим стандартом являются типовыми.

Конкретные условия проведения испытаний установлены в приложении А, схема испытательной установки приведена на рисунке 1.

Примечание 1 — Нормы, установленные в настоящем стандарте, относятся к изменениям напряжения, с которыми сталкиваются потребители, подключенные на границе между общественной низковольтной сетью электроснабжения и оборудованием установки потребителя. Следовательно, если фактическое полное сопротивление источника на зажимах оборудования, подключенного внутри установки потребителя, превышает испытательное полное сопротивление, возможно превышение норм помех источника питания.

Примечание 2 — Нормы, установленные в настоящем стандарте, основаны преимущественно на субъективном восприятии фликера, наложенного колебаниями питающего напряжения на световой поток ламп накаливания с биспиральными нитями напряжением 230 В и мощностью 60 Вт. Для систем с номинальным напряжением фаза — нейтраль менее 220 В и/или частотой 60 Гц нормы и параметры стандартной цепи находятся на рассмотрении.

## 2 Нормативные ссылки

Нижеследующие нормативные ссылочные документы (полностью или частично) необходимы для применения настоящего стандарта. Для датированных ссылок применяют только указанное издание.

**Издание официальное**

Для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая любые изменения).

IEC/TR 60725 Consideration of reference impedances and public supply impedances for use in determining disturbance characteristics of electrical equipment having a rated current ≤75 A per phase

Обзор стандартных полных сопротивлений и полных сопротивлений общественных сетей, используемых при определении характеристик помех электрического оборудования с номинальным током ≤75 А в одной фазе

IEC 60974-1 Arc welding equipment — Part 1: Welding power sources

Оборудование для дуговой сварки. Часть 1. Источники питания для сварки

IEC 61000-3-2 Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 3-2: Limits — Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤16 A per phase)

Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 3-2. Нормы. Нормы эмиссии гармонических составляющих тока (входной ток оборудования не более 16 А в одной фазе)

IEC 61000-3-11 Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 3-11: Limits — Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems — Equipment with rated current ≤75 A and subject to conditional connection

Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 3-11. Нормы. Ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера в низковольтных системах электроснабжения общего назначения. Оборудование с потребляемым током ≤75 А, подлежащее условному соединению

IEC 61000-4-15:2010 Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-15: Testing and measurement techniques — Flickermeter — Functional and design specifications

Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-15. Методы испытаний и измерений. Фликерметр. Функциональные и конструктивные требования

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

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

[IEC 60050-161:1990, 161-08-13]

3.2 **характеристика изменения напряжения** (voltage change characteristic) ***d*(*t*)**: Функция времени относительных среднеквадратичных значений изменения напряжения, определяемая как отдельное значение для каждого последовательного полупериода между нулевыми значениями напряжения источника за исключением временных интервалов, когда напряжение соответствует условию установившегося режима по крайней мере в течение 1 с.

Примечание — Более подробную информацию об оценке характеристики изменения напряжения и определении установившегося режима см. в приложении С и IEC 61000-4-15:2010.

3.3 $d_c$: Максимальное изменение установившегося состояния напряжения в течение периода наблюдения.

Примечание — Более подробную информацию о расчете $d_c$ см. в приложении С и IEC 61000-4-15:2010.

3.4 $d_{max}$: Максимальное абсолютное изменение напряжения в течение периода наблюдения.

Примечание — Более подробную информацию о расчете $d_{max}$ см. в приложении С и IEC 61000-4-15:2010.

3.5 $T_{max}$: Максимальная продолжительность времени в течение периода наблюдения, когда отклонение напряжения $d(t)$ превышает норму $d_c$.

Примечание 1 — В характеристике изменения напряжения временной интервал $T_{max}$ накапливается до тех пор, пока не создается условие нового установившегося режима.

Примечание 2 — Определение нормы $T_{max}$ в настоящем стандарте, как правило, предназначено для оценки пускового тока испытуемого оборудования. Таким образом, оценка $T_{max}$ заканчивается, как только создается условие нового установившегося режима. Если происходит новое изменение напряжения, превышающее норму $d_c$, запускается новая оценка $T_{max}$. Максимальная продолжительность интервала, когда $d(t)$ превышает норму $d_c$ для любой из индивидуальных оценок $T_{max}$ в течение периода наблюдения, используется для сравнения с нормой $T_{max}$ и фиксируется в результатах испытаний.

3.6 **номинальное испытательное напряжение** (nominal test voltage) $U_n$: Номинальное испытательное напряжение, используемое для вычисления процентных отношений для различных непосредственно измеряемых параметров.

Примечание 1 — Если условие установившегося режима не будет достигнуто в течение периода наблюдения, $U_n$ используют для расчета $d_{max}$ и $T_{max}$.

Примечание 2 — $U_n$ необязательно равно номинальному напряжению общественной сети.

3.7 $P_{st}$: Кратковременная доза фликера.

Примечание — Если не указано иное, время оценки $P_{st}$ составляет 10 мин. Для целей наблюдений и исследований качества электрической энергии могут быть использованы другие временные интервалы, которые должны быть определены в индексе. Например, одноминутный интервал должен быть выражен как $P_{st,\ 1\ мин}$.

3.8 $P_{lt}$: Длительная доза фликера.

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^{N} P_{st,i}^3}{N}},$$

где $P_{st,i}$ ($i$ = 1, 2, 3, ...) являются последовательными показаниями кратковременной дозы фликера $P_{st}$.

Примечание — Если не указано иное, $P_{lt}$ рассчитывают по дискретным периодам $T_{long}$. Каждый раз, когда период $T_{long}$ истек, запускают новый расчет $P_{lt}$.

3.9 **фликерметр** (flickermeter): Прибор, предназначенный для измерения любой величины, относящейся к фликеру.

Примечание — Обычно измеряют $P_{st}$ и $P_{lt}$, кроме того могут быть включены непосредственно измеряемые параметры, указанные в 3.2—3.5.

[IEC 60050-161:1990, 161-08-14]

3.10 **время восприятия фликера** (flicker impression time) $t_f$: Величина, имеющая размерность времени, которая описывает восприятие фликера через характеристику изменения напряжения.

3.11 **коэффициент формы** (shape factor) $F$: Величина, производная от типа колебания напряжения, такого как ступенчатое, двойное ступенчатое или линейное.

Примечание — Коэффициент формы в основном необходим, если для расчета $P_{st}$ используют аналитический метод.

3.12 **точка подключения** (interface point): Интерфейс между общественной сетью электропитания и установкой потребителя.

3.13 **подключение при особых условиях** (conditional connection): Соединение оборудования, требующее, чтобы полное сопротивление источника электропитания потребителя в точке подключения было меньше, чем стандартное полное сопротивление $Z_{ref}$, что обеспечивает соответствие электромагнитной эмиссии, вызываемой оборудованием, нормам, установленным в настоящем стандарте.

Примечание — Соответствие нормам изменения напряжения может быть не единственным условием для подключения; возможно, что необходимо также соответствие нормам электромагнитной эмиссии для других явлений, таких как гармоники.

## 4 Оценка изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера

### 4.1 Оценка относительного изменения напряжения $d(t)$

Основой для оценки фликера является характеристика изменения напряжения на зажимах испытуемого оборудования, т. е. разность $\Delta U_{hp}(t)$ между двумя последовательными значениями напряжения фаза — нейтраль $\Delta U_{hp}(t_1)$ и $\Delta U_{hp}(t_2)$:

$$\Delta U_{hp}(t) = \Delta U_{hp}(t_1) - \Delta U_{hp}(t_2). \quad (1)$$

Примечание 1 — См. приложение С для соответствующих определений, принимаемых по IEC 61000-4-15:2010.

Среднеквадратичные значения напряжения $\Delta U_{hp}(t_1)$ и $\Delta U_{hp}(t_2)$ должны быть измерены или рассчитаны. При определении среднеквадратичных значений напряжения с использованием осциллограмм необходимо принимать во внимание любые искажения формы кривой, которые могут иметь место.

Изменение напряжения на зажимах испытуемого оборудования $\Delta U$ обусловлено изменением падения напряжения на стандартном полном сопротивлении $\underline{Z}$, вызванном изменением потребляемого испытуемым оборудованием комплексного тока основной частоты $\Delta \underline{I}$. $\Delta I_p$ и $\Delta I_q$ представляют собой активную и реактивную соответственно составляющие изменения комплексного тока $\Delta I$:

$$\Delta I = \Delta I_p - j\Delta I_q = I(t_1) - I(t_2). \quad (2)$$

Примечание 2 — $I_q$ имеет положительный знак для запаздывающих токов и отрицательный для опережающих токов.

Примечание 3 — Если гармонические искажения токов $I(t_1)$ и $I(t_2)$ менее 10 %, вместо среднеквадратичных значений токов основной частоты может быть использовано общее среднеквадратичное значение с учетом фазовых углов токов основной частоты.

Примечание 4 — Для однофазного и симметричного трехфазного оборудования изменение напряжения может быть приближенно определено при условии, что реактивная составляющая является положительной (индуктивной), по формуле

$$\Delta U_{hp} = |\Delta I_p R + \Delta I_q X|, \quad (3)$$

где $\Delta I_p$ и $\Delta I_q$ — активная и реактивная составляющие изменения комплексного тока $\Delta I$;

$R$ и $X$ — составляющие комплексного стандартного полного сопротивления $Z$ (см. рисунок 1).

Относительное изменение напряжения вычисляют по формуле

$$d = \Delta U_{hp} / U_n, \quad (4)$$

Оценку $d_{\max,i}$ заканчивают, как только достигается условие нового установившегося режима, или в конце периода наблюдения. Полярность изменения (изменений) указывают следующим образом: если максимальное отклонение напряжения наблюдается при уменьшении напряжения по отношению к предыдущему $d_{end,i}$, то полученное значение $d_{\max,i}$ положительно, если максимальное отклонение напряжения наблюдается при увеличении напряжения по отношению к предыдущему $d_{end,i}$, то полученное значение $d_{\max,i}$ является отрицательным.

### 4.2 Оценка кратковременной дозы фликера $P_{st}$

#### 4.2.1 Общие положения

В таблице 1 приведены альтернативные методы оценки $P_{st}$ для колебаний напряжения различного типа; во всех случаях допустимы прямые измерения (с использованием фликерметра).

Таблица 1 — Методы оценки

| Тип колебаний напряжения | Метод оценки $P_{st}$ |
|---|---|
| Все колебания напряжения (оценка в режиме реального времени) | Фликерметр |
| Все колебания напряжения, для которых $U(t)$ известно | Моделирование |
| Характеристики изменения напряжения соответствуют рисункам 3—5 при частоте повторения меньше 1 $с^{-1}$ | Аналитический метод |
| Огибающая изменения напряжения имеет форму меандра | Использование кривой $P_{st} = 1$ на рисунке 2 |

#### 4.2.2 Фликерметр

Все типы колебаний напряжения могут быть оценены путем прямого измерения с использованием фликерметра, удовлетворяющего требованиям, приведенным в IEC 61000-4-15:2010, и подключенным, как описано в настоящем стандарте. Это является опорным методом для применения норм.

#### 4.2.3 Метод моделирования

В случае, когда известна характеристика относительного изменения напряжения $d(t)$, для оценки $P_{st}$ может быть применен метод компьютерного моделирования.

#### 4.2.4 Аналитический метод

4.2.4.1 Общие положения

Для характеристик изменения напряжения типов, показанных на рисунках 3—5, значение $P_{st}$ может быть определено аналитическим методом с использованием формул (5) и (6).

Примечание 1 — Значение $P_{st}$, полученное с помощью этого метода, ожидается в пределах ±10 % результата, который был бы получен путем прямого измерения (опорный метод).

Примечание 2 — Данный метод не используют, если интервал времени между окончанием одного изменения напряжения и началом следующего менее 1 с.

4.2.4.2 Описание аналитического метода

Для каждой характеристики относительного изменения напряжения определяют время восприятия фликера $t_f$, с, по формуле

$$t_f = 2{,}3(Fd_{max})^{3,2}, \quad (5)$$

где $d_{max}$ — максимальное относительное изменение напряжения, которое выражается в процентах номинального напряжения $U_n$;

$F$ — коэффициент формы, связанный с формой характеристики изменения напряжения (см. 4.2.3.2).

Сумма значений времени восприятия фликера $\Sigma t_f$ для всех периодов оценки в пределах общего интервала времени $T_p$, с, является основой для оценки кратковременной дозы фликера $P_{st}$. Если общий интервал времени $T_p$ выбран в соответствии с 6.5, т. е. является периодом наблюдения, то

$$P_{st} = (\Sigma t_f / T_p)^{1/3,2}. \quad (6)$$

4.2.4.3 Коэффициент формы

Коэффициент формы $F$ преобразует характеристику относительного изменения напряжения $d(t)$ в эквивалентное в отношении фликера относительное ступенчатое изменение напряжения ($Fd_{max}$).

Примечание 1 — Коэффициент формы $F$ для ступенчатых изменений напряжения равен единице.

Примечание 2 — Характеристика относительного изменения напряжения может быть измерена непосредственно (см. рисунок 1) или рассчитана по среднеквадратичным значениям тока, потребляемого испытуемым оборудованием, в соответствии с формулами (1)—(4).

Характеристика относительного изменения напряжения может быть получена с использованием графика наблюдений $U_{hp}(t)$ (см. рисунок 3).

Коэффициент формы $F$ может быть определен по рисункам 3—5 при условии, что характеристика относительного изменения напряжения совпадает с характеристиками, приведенными на указанных рисунках. Если характеристики совпадают, то необходимо:

- найти максимальное относительное изменение напряжения $d_{max}$;
- найти время $T$, мс, соответствующее характеристике изменения напряжения, как показано на рисунках 3—5, и исходя из значения $T$ определить значение коэффициента формы $F$.

Примечание 3 — Экстраполяция вне области рисунков может привести к недопустимым ошибкам.

### 4.2.5 Использование кривой $P_{st} = 1$

В случае изменений напряжения, имеющих прямоугольную форму с одинаковой амплитудой $d$, отделенных друг от друга равными интервалами, график, приведенный на рисунке 2, может быть использован для определения амплитуды, соответствующей $P_{st} = 1$ для определенной частоты повторения изменений напряжения. Указанную амплитуду обозначают $d_{lim}$. Значение кратковременной дозы фликера $P_{st}$, соответствующее изменению напряжения $d$, определяют из соотношения $P_{st} = d/d_{lim}$.

### 4.3 Оценка длительной дозы фликера $P_{lt}$

Длительную дозу фликера $P_{lt}$ определяют со значением $N = 12$ (см. 6.5).

Значение $P_{lt}$ особенно важно оценить для оборудования, длительность рабочего цикла которого составляет в нормальных условиях более 30 мин.

## 5 Нормы

Установленные в настоящем стандарте нормы должны применяться к колебаниям напряжения и фликеру на сетевых зажимах испытуемого оборудования, измеренным или рассчитанным в соответствии с требованиями раздела 4, при соблюдении условий испытаний, указанных в разделе 6 и приложении А. Испытания, проведенные для подтверждения соответствия нормам, рассматривают как испытания типа.

Применяют следующие нормы:

- кратковременная доза фликера $P_{st}$ не должна превышать 1,0;
- длительная доза фликера $P_{lt}$ не должна превышать 0,65;

- $T_{max}$, накопленное значение времени $d(t)$ с отклонением, превышающим 3,3 % в течение однократного изменения напряжения на зажимах испытуемого оборудования, не должно превышать 500 мс;

- максимальное относительное изменение напряжения установившегося режима $d_c$ не должно превышать 3,3 %;

- максимальное относительное изменение напряжения $d_{max}$ не должно превышать:

a) 4 % без дополнительных условий;

b) 6 % для оборудования, у которого:

- включение/выключение осуществляется вручную или

- включение/выключение осуществляется автоматически чаще двух раз в день, а также имеет повторный запуск с выдержкой времени (не менее нескольких десятков секунд) или ручной повторный запуск после нарушения энергоснабжения.

Примечание — Циклическая частота ограничена нормами $P_{st}$ и $P_{lt}$. Например, $d_{max}$, равное 6 %, вызываемое прямоугольной характеристикой изменения напряжения дважды в час, даст значение $P_{lt}$ примерно 0,65;

c) 7 % для оборудования, которое:

- эксплуатируется под контролем (например, фены, пылесосы; кухонное оборудование, например миксеры; садовое оборудование, например газонокосилки; переносной инструмент, например электродрели) или

- включается автоматически или предназначено для включения вручную не чаще двух раз в день и имеет повторный запуск с выдержкой времени (выдержка должна быть не менее нескольких десятков секунд) или ручной повторный запуск после перерыва в подаче энергии.

Если оборудование имеет несколько управляемых цепей в соответствии с 6.6, нормы b) и c) применяют, только когда оборудование имеет повторный запуск с выдержкой времени или ручной повторный запуск после перерыва в подаче энергии. Для всего оборудования с автоматическим включением/выключением, которое включается сразу же после восстановления питания после его прерывания, следует применять нормы a). Для оборудования с ручным включением/выключением следует применять нормы b) или c) в зависимости от частоты включения/ выключения.

Нормы $P_{st}$ и $P_{lt}$ не допускается применять для изменений напряжения, вызванных ручным включением/выключением питания.

Нормы не допускается применять к изменениям напряжения при аварийных отключениях оборудования или перебоях в электроснабжении.

## 6 Условия испытаний

### 6.1 Общие положения

Проведение испытаний применительно к оборудованию, создание которым значительных колебаний напряжения или фликера маловероятно, необязательно. В случае принятия решения о необходимости проведения испытаний, оборудование должно соответствовать всем нормам, приведенным в разделе 5 для испытаний, описанных в приложении А, если нет особых исключений для оборудования конкретного типа.

В случае необходимости вероятность создания значительных колебаний напряжения можно определить, например, путем анализа принципиальных схем и характеристик, а также кратковременными функциональными испытаниями.

Применительно к изменениям напряжения, вызванным включением/выключением вручную, оборудование считают соответствующим требованиям без дальнейших испытаний, если максимальный среднеквадратичный входной ток (включая бросок пускового тока), оцениваемый через каждые 10 мс полупериода между переходами через нуль, не превышает 20 А, а значение колебаний питающего тока после броска пускового тока находится в пределах 1,5 А.

В случае применения методов измерения максимальное относительное изменение напряжения $d_{max}$, вызываемое ручным переключением, следует измерять в соответствии с приложением В.

Для испытаний оборудования на соответствие нормам используют испытательную схему, приведенную на рисунке 1.

Испытательная схема включает в себя:

- испытательное напряжение электропитания (см. 6.3);

- стандартное полное сопротивление (см. 6.4);

- испытуемое оборудование (см. приложение А);
- если необходимо, фликерметр (см. IEC 61000-4-15:2010).

Относительное изменение напряжения $d_{hp}(t)$ может быть измерено непосредственно или рассчитано по среднеквадратичным значениям тока, как указано в 4.1. Для определения кратковременной дозы фликера $P_{st}$, создаваемой испытуемым оборудованием, должен применяться один из методов, приведенных в 4.2. В сомнительных случаях значение $P_{st}$ должно быть измерено опорным методом с использованием фликерметра.

Примечание — Если испытуемое оборудование представляет собой симметричное трехфазное оборудование, допускается измерять лишь одно из трех напряжений фаза — нейтраль.

### 6.2 Неопределенность измерений

Значение тока должно быть измерено с точностью не менее ± (1 % + 10 мА), где 1 % относится к измеренному значению. Если вместо активного и реактивного токов измеряют фазовый угол, погрешность измерения не должна превышать ± 2°.

Непосредственно измеряемые параметры (см. разделы 3 и 4) должны быть измерены с суммарной неопределенностью не более ± 8 % значения нормы или ± 8 % измеряемого значения, в зависимости от того, что больше. Общее полное сопротивление цепи, включая внутреннее сопротивление источника испытательного напряжения электропитания, но исключая испытуемое оборудование, должно быть равным значению стандартного полного сопротивления. Стабильность и значения допусков элементов указанного суммарного полного сопротивления должны обеспечивать суммарную неопределенность не более ± 8 % в течение времени испытаний.

Если полное сопротивление источника четко не определено, например, когда сопротивление источника подвержено непредсказуемым изменениям, допускается включать между источником напряжения и зажимами испытуемого оборудования комплексное сопротивление, активная и реактивная части которого равны активной и реактивной частям соответственно стандартного полного сопротивления. Затем проводят измерения напряжений на зажимах источника, подключенных к стандартному комплексному сопротивлению, и на зажимах испытуемого оборудования. В этом случае необходимо, чтобы максимальное относительное изменение напряжения $d_{max}$, измеренное на зажимах источника напряжения, составляло менее 20 % максимального относительного изменения напряжения $d_{max}$ на зажимах оборудования.

Примечание — Указанный выше метод с использованием источника напряжения с неопределенным полным сопротивлением не применяют, если измеряемые величины близки к нормам.

### 6.3 Испытательное напряжение электропитания

Испытательное напряжение электропитания (напряжение холостого хода) должно быть равным номинальному напряжению электропитания оборудования. Если оборудование рассчитано на применение различных напряжений электропитания, напряжение при испытаниях должно составлять 230 В для однофазного оборудования и 400 В — для трехфазного оборудования. Испытательное напряжение должно поддерживаться в пределах ± 2 %. Частота электропитания должна быть в пределах (50 ± 0,25) Гц.

Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения питания не должен превышать 3 %.

Колебания испытательного напряжения в течение испытаний допускается не учитывать, если кратковременная доза фликера $P_{st}$, вызываемая этими колебаниями, меньше 0,4. Если измерения проводят непосредственно с использованием сетевого электропитания, выполнение этого условия должно быть проверено до начала и после окончания каждого испытания. Если измерения проводят с использованием управляемого источника питания, это условие должно быть проверено в процессе калибровки источника питания.

Примечание — Отклонение частоты может вызвать увеличение измеренных значений $P_{st}$ и $P_{lt}$. Кроме того, при испытании отклика фликерметра в соответствии с таблицами 1b и 2b IEC 61000-4-15:2010 предпочтителен контроль частоты 50 Гц с точностью ± 0,25 Гц.

### 6.4 Стандартное полное сопротивление

Стандартное полное сопротивление $Z_{ref}$ для испытуемого оборудования в соответствии с IEC/TR 60725 представляет собой условное полное сопротивление, используемое при расчетах и измерении непосредственно измеряемых параметров, а также величин $P_{st}$ и $P_{lt}$.

Значения полного сопротивления различных элементов приведены на рисунке 1.

### 6.5 Период наблюдения

Период наблюдения $T_p$ для оценки доз фликера при измерениях с использованием фликерметра, применении метода моделирования или аналитического метода должен составлять:

- для $P_{st}$ $T_p$ = 10 мин;
- для $P_{lt}$ $T_p$ = 2 ч.

Период наблюдения должен включать в себя ту часть полного рабочего цикла, в течение которой испытуемое оборудование производит наиболее неблагоприятную последовательность изменений напряжения.

При определении кратковременной дозы фликера $P_{st}$ рабочий цикл повторяют периодически, если иное не установлено в приложении А. Минимально необходимое время перезапуска испытуемого оборудования включают в период наблюдения, если испытуемое оборудование прекращает работу автоматически в конце рабочего цикла, продолжительность которого меньше, чем период наблюдения.

При определении длительной дозы фликера $P_{lt}$ рабочий цикл не повторяют, если иное не установлено в приложении А, в том случае, когда испытуемое оборудование имеет длительность рабочего цикла меньше 2 ч и в нормальных условиях не предназначено для продолжительного функционирования.

Примечание — Например, если испытуемое оборудование имеет рабочий цикл продолжительностью 45 мин, измеряют пять последовательных значений $P_{st}$ в течение 50 мин, и оставшиеся для периода наблюдения 2 ч семь значений $P_{st}$ принимают равными нулю.

### 6.6 Общие условия испытаний

Условия испытаний при измерении колебаний напряжения и фликера приведены ниже.

Для оборудования видов, не указанных в приложении А, положения органов управления или автоматические программы должны быть установлены так, чтобы обеспечивалось создание наиболее неблагоприятной последовательности изменений напряжения. При этом используют только те комбинации положений органов элементов управления или автоматических программ, которые указаны изготовителем в эксплуатационной документации на оборудование, или те, которые могут быть использованы при эксплуатации оборудования.

Оборудование должно быть испытано при рабочих условиях, установленных изготовителем. Перед испытаниями, при необходимости, проводят предварительную проверку электрических приводов, с тем чтобы результаты соответствовали нормальной эксплуатации оборудования.

Примечание — Рабочие условия включают в себя режимы механических и/или электрических нагрузок.

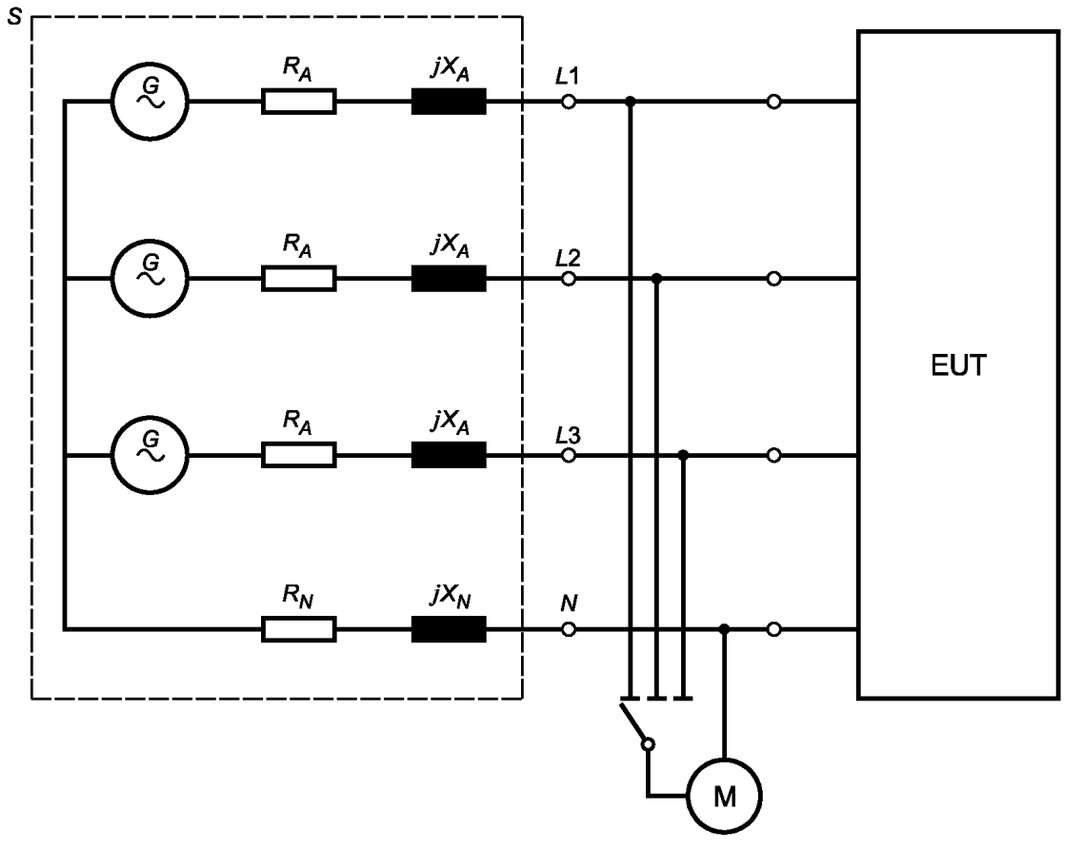
При определении максимального среднеквадратичного изменения напряжения $d_{max}$, связанного с пуском электродвигателя оборудования, допускается проводить измерения при заторможенном роторе.

Для оборудования, имеющего несколько отдельно управляемых цепей, применяют следующие условия испытаний:

- каждую цепь рассматривают как отдельный элемент оборудования, если она предназначена для независимого использования, при условии, что органы управления не предназначены для одновременного включения;
- если управление отдельными цепями предполагает их одновременное включение, то в качестве отдельного элемента оборудования рассматривают группу одновременно включаемых цепей.

Для систем управления, регулирующих только часть нагрузки, необходимо учитывать колебания напряжения, вызванные каждой изменяющейся частью нагрузки.

Конкретные условия типовых испытаний для оборудования некоторых видов приведены в приложении А.



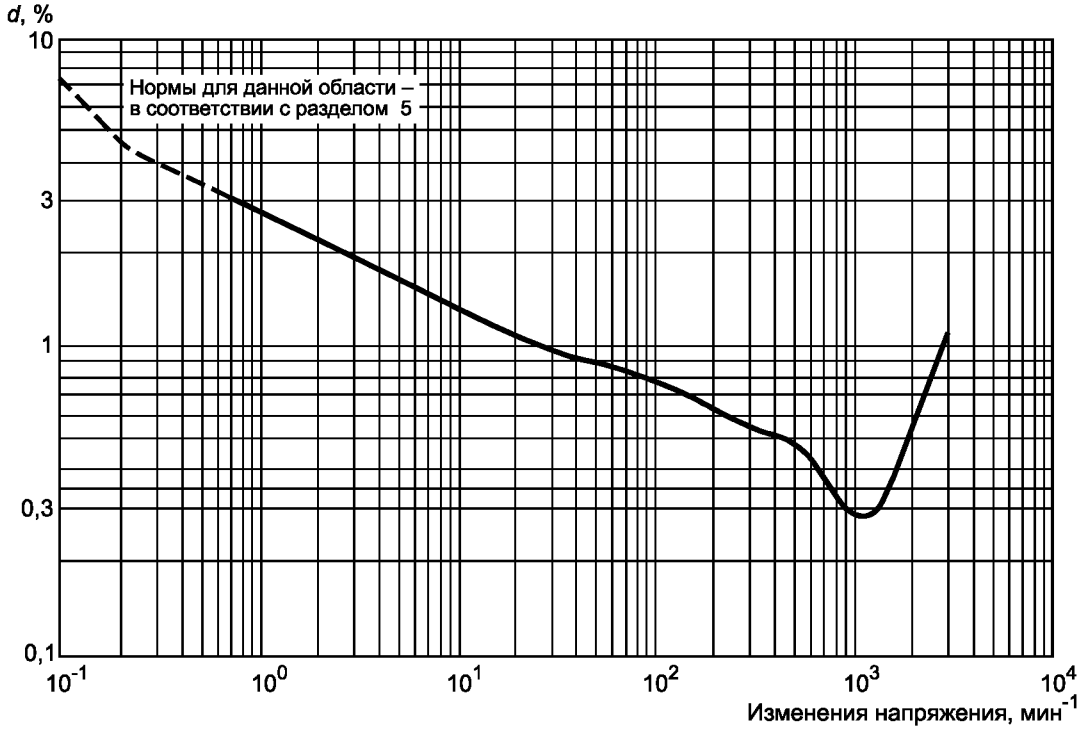

*G* — источник напряжения в соответствии с 6.3; EUT — испытуемое оборудование; *M* — измерительное оборудование; *S* — источник электропитания, содержащий генератор напряжения *G* и стандартное полное сопротивление *Z* с элементами:
$R_A$ = 0,24 Ом; $jX_A$ = 0,15 Ом на частоте 50 Гц;
$R_N$ = 0,24 Ом; $jX_N$ = 0,15 Ом на частоте 50 Гц

Примечание 1 — Элементы включают в себя фактическое полное сопротивление генератора.

Примечание 2 — Если полное сопротивление источника четко не определено, см. 6.2.

Примечание 3 — Трехфазные нагрузки, как правило, симметричны, и элементы $R_N$ и $X_N$ допускается не учитывать, когда ток в нейтральном проводнике отсутствует.

Рисунок 1 — Эталонная схема для однофазных и трехфазных источников питания (трехфазный четырехпроводный источник)




Примечание 1 — Частота повторения изменений напряжения 1200 мин$^{-1}$ соответствует фликеру частотой 10 Гц.

Примечание 2 — Приложение D содержит числовую таблицу, соответствующую рисунку 2, взятую из IEC/TR 61000-3-7:2008.

Рисунок 2 — Кривая для $P_{st}$ = 1 при изменениях напряжения в форме меандра

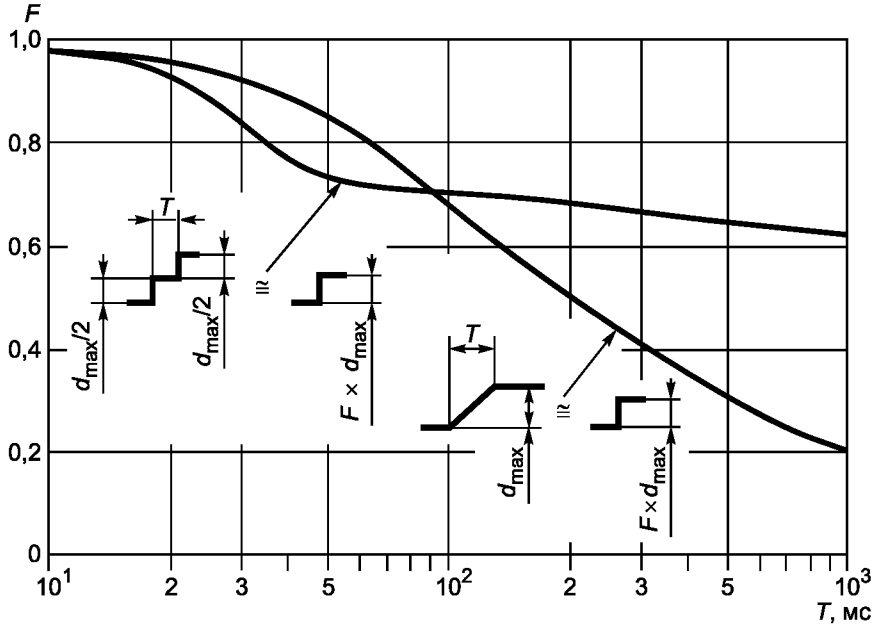



Рисунок 3 — Коэффициент формы $F$ для двухступенчатых и линейно изменяющихся характеристик напряжения

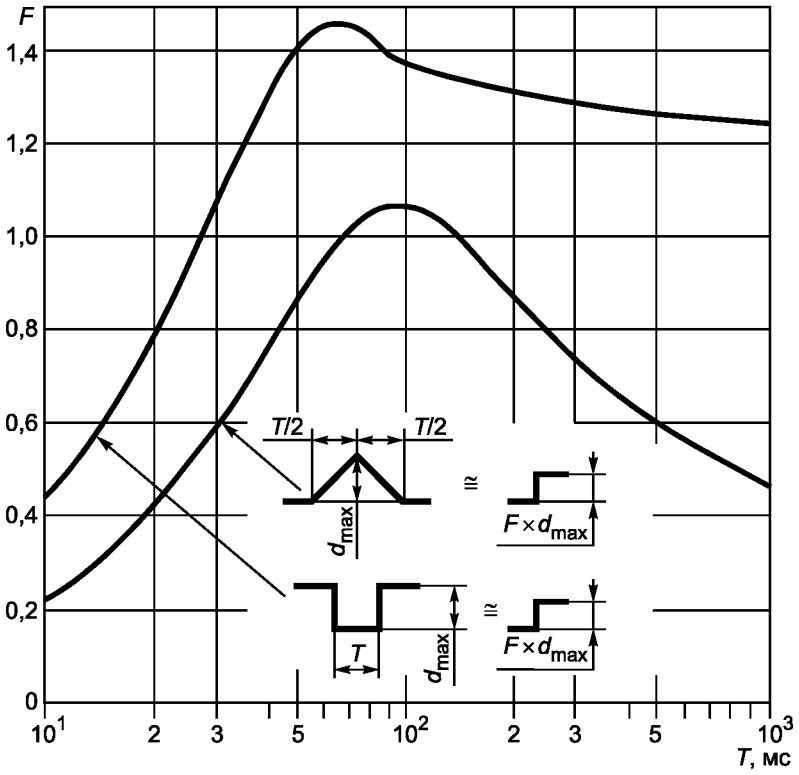
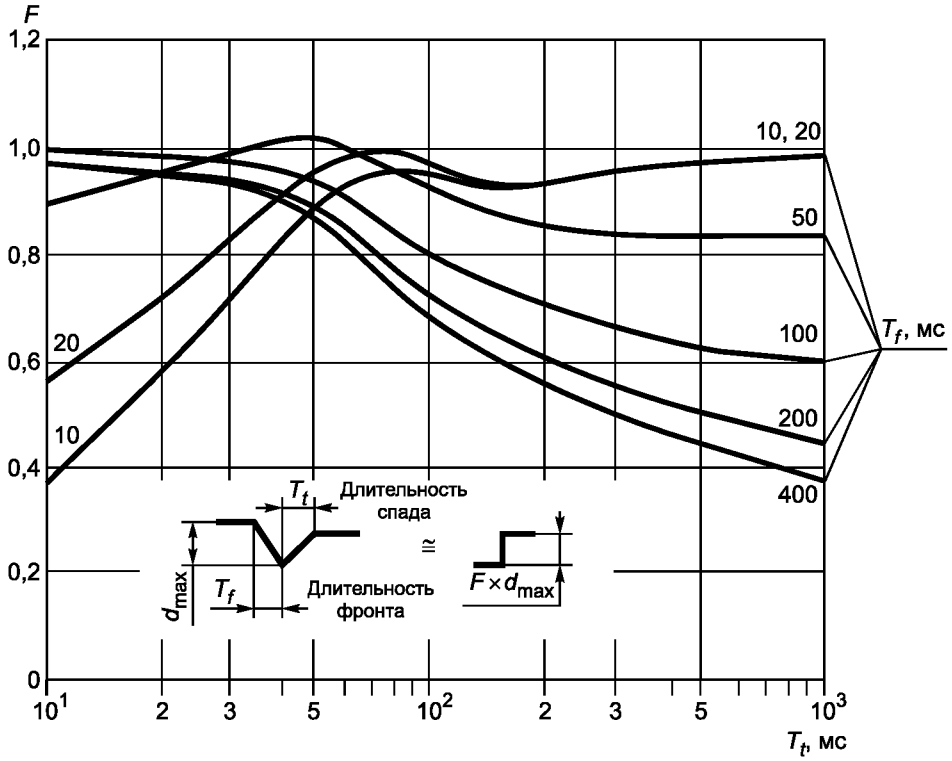



Рисунок 4 — Коэффициент формы *F* для прямоугольных и треугольных характеристик напряжения




Примечание — $T_t = t_3 - t_2$, $T_f = t_2 - t_1$ (см. рисунок С.1).

Рисунок 5 — Коэффициент формы *F* для характеристик изменения напряжения, вызванных пуском электрических двигателей, с различной длительностью фронта

## Приложение А
## (обязательное)

# Применение норм и условия типовых испытаний для оборудования конкретного вида

### А.1 Условия испытаний для кухонных плит

#### А.1.1 Общие положения

Для кухонных плит, предназначенных для использования в бытовых условиях, длительную дозу фликера $P_{lt}$ не определяют. Кратковременную дозу фликера $P_{st}$ определяют при установившемся температурном режиме, если не указано иное.

Каждый нагреватель испытывают отдельно, как описывается ниже.

#### А.1.2 Электроконфорки

Электроконфорки испытывают с использованием стандартного сосуда с водой, диаметр которого равен диаметру нагревательного элемента. Высота сосуда и количество воды указаны в таблице А.1.

Таблица А.1 — Условия испытаний для нагревательных элементов электроплит

| Диаметр нагревательного элемента, мм | Высота сосуда, мм | Масса воды, г |
|---|---|---|
| 145 | Около 140 | 1000 ± 50 |
| 180 | Около 140 | 1500 ± 50 |
| 220 | Около 120 | 2000 ± 50 |

Во время испытаний компенсируют потери на испарение воды.

Электроконфорка должна удовлетворять нормам, установленным в разделе 5 настоящего стандарта, при всех указанных ниже условиях испытаний:

a) испытания при температуре кипения.

Устанавливают регулятор температуры в положение, при котором вода кипит. Испытания проводят пять раз и определяют среднее по результатам испытаний значение;

b) испытания при температуре жарки.

Сосуд без крышки наполняют силиконовым маслом, массой в 1,5 раза большей, чем масса воды, указанная в таблице А.1. Регулятор устанавливают в положение, при котором температура равна 180 °С. Контроль температуры проводят с помощью термопары, помещенной в геометрический центр масла;

c) испытания при полном диапазоне регулировки мощности.

Испытания при полном диапазоне регулировки мощности проводят непрерывно в течение периода наблюдения 10 мин. Если управляющие переключатели имеют дискретные положения, испытания проводят для каждой ступени регулирования, но не более 20 положений. Если ступенчатое регулирование мощности отсутствует, полный диапазон регулировки мощности разделяют на 10 равноотстоящих положений. Измерения начинают с наибольшего уровня мощности.

#### А.1.3 Электродуховки

Электродуховки испытывают пустыми с закрытой дверцей. Регулирование температуры осуществляют таким образом, чтобы температура в геометрическом центре электродуховки, измеренная с помощью термопары, была равна 220 °С для электродуховок обычного типа и 200 °С для печей с циркуляцией горячего воздуха.

#### А.1.4 Грили

Грили испытывают пустыми с закрытой дверцей, за исключением случаев, когда иные условия испытаний указаны в эксплуатационной документации на гриль. При наличии устройства управления оно должно быть последовательно установлено в минимальный, средний и максимальный режимы гриля; регистрируют наиболее неблагоприятный с точки зрения изменений напряжения результат испытаний.

#### А.1.5 Комбинированные электродуховки/грили

Комбинированные электродуховки/грили испытывают пустыми с закрытой дверцей. Регулирование температуры осуществляют таким образом, чтобы средняя температура в геометрическом центре электродуховки/гриля, измеренная с помощью термопары, была равна 250 °С или реально достижимой температуре, ближайшей к указанному значению.

#### А.1.6 Микроволновые печи

Микроволновую печь или микроволновую функцию комбинированной печи испытывают с использованием нагрузки, состоящей из стеклянного сосуда, содержащего (1000 ± 50) г воды.

Испытания проводят при наименьшей и средней мощности, а также при положении регулятора, обеспечивающем наивысшую реально достижимую при регулировании мощность, которая должна составлять не менее 90 % максимальной мощности, регистрируют наиболее неблагоприятный результат испытаний.

### А.2 Условия испытаний для осветительного и аналогичного оборудования

Следующие условия испытаний применяют для оборудования, основными функциями которого являются генерирование и/или регулирование, и/или распределение оптического излучения с помощью ламп накаливания или газоразрядных ламп, или светодиодов.

Такое оборудование испытывают с лампами, мощность которых должна соответствовать той, на которую рассчитано оборудование. Если осветительное оборудование рассчитано на применение нескольких ламп, испытания проводят с использованием всех ламп.

Дозы фликера $P_{st}$ и $P_{lt}$ определяют для осветительного оборудования только тех видов, которые с большой вероятностью вызывают фликер, например оборудования освещения дискотек и автоматически управляемого оборудования.

Нормы не применяют к отдельным лампам, например лампам с автономным балластом, лампам накаливания и люминесцентным лампам.

Светильники с лампами накаливания мощностью не более 1000 Вт и с газоразрядными лампами мощностью не более 600 Вт а также светильники со светодиодами мощностью не более 200 Вт считают соответствующими нормам $d_{max}$ настоящего стандарта и не требующими испытаний. Светильники более высокой мощности, которые не могут соответствовать требованиям настоящего стандарта, должны быть подключены к сети электропитания при особых условиях в соответствии с IEC 61000-3-11.

Балласты считают частью светильников и не требуют испытаний.

### А.3 Условия испытаний для стиральных машин

Стиральные машины испытывают в режиме выполнения полной программы стирки, включающей нормальный цикл стирки при номинальной загрузке, предварительно выстиранной хлопчатобумажной ткани с двойной подрубкой размерами приблизительно 70 × 70 см и с плотностью в сухом состоянии от 140 до 175 г/м$^2$.

Температура заполняемой воды должна быть следующей:

(65 ± 5) °С — для стиральных машин без нагревательных элементов, предназначенных для подключения к горячему водоснабжению;

(15 ± 5) °С — для других стиральных машин.

Для стиральных машин с устройством программирования, если это возможно, используют программу для стирки при 60 °С хлопчатобумажной ткани без предварительного замачивания. В противном случае используют стандартную программу стирки без предварительного замачивания.

Если стиральная машина содержит нагревательные элементы, которые не контролируются программатором, вода должна быть нагрета до температуры (65 ± 5) °С перед началом первого цикла стирки.

Если стиральная машина содержит нагревательные элементы и не имеет устройства программирования, воду нагревают до температуры (90 ± 5) °С или ниже, если установившееся состояние достигнуто до запуска первого цикла стирки.

При оценке $d_c$, $d_{max}$ и $d(t)$ одновременное переключение нагревателя и двигателя не учитывают.

Дозы фликера $P_{st}$ и $P_{lt}$ должны быть оценены. При расчете $P_{lt}$ должное внимание необходимо уделять времени работы стиральной машины, см. 6.5.

### А.4 Условия испытаний для сушилок барабанного типа

Сушилки барабанного типа загружают текстильным материалом, имеющим массу в сухом состоянии 50 % массы максимальной загрузки, установленной в соответствии с эксплуатационными документами.

Текстильный материал должен представлять собой предварительно выстиранные куски хлопчатобумажной ткани с двойной подрубкой размерами приблизительно 70 × 70 см и с плотностью в сухом состоянии от 140 до 175 г/м$^2$.

Материал должен быть замочен водой при температуре (25 ± 5) °С. Масса воды должна составлять 60 % массы текстильного материала.

При наличии элементов управления степенью сушки испытания должны быть проведены при максимальной и минимальной установках.

Дозы фликера $P_{st}$ и $P_{lt}$ должны быть оценены.

### А.5 Условия испытаний для холодильников

Холодильники должны работать продолжительно с закрытой дверью. Термостат устанавливают в среднее положение диапазона регулирования.

Камера должна быть пустой и не должна подогреваться. Измерения проводят после достижения установившегося режима. Дозы фликера $P_{st}$ и $P_{lt}$ при испытаниях не определяют.

### А.6 Условия испытаний для копировальных машин, лазерных принтеров и аналогичных устройств

При определении кратковременной дозы фликера $P_{st}$ испытания проводят при максимальной скорости копирования (печати). Оригинал для копирования (печати) — белая чистая бумага. Бумага для копий должна иметь плотность 80 г/м$^2$, если иное не установлено изготовителем.

Длительную дозу фликера $P_{lt}$ при испытаниях определяют в режиме ожидания.

### А.7 Условия испытаний для пылесосов

Для пылесосов дозы фликера $P_{st}$ и $P_{lt}$ при испытаниях не определяют.

### А.8 Условия испытаний для миксеров

Для миксеров дозы фликера $P_{st}$ и $P_{lt}$ при испытаниях не определяют.

### А.9 Условия испытаний для переносного электрического инструмента

Для переносного электрического инструмента длительную дозу фликера $P_{lt}$ при испытаниях не определяют. При отсутствии нагревательных элементов в конструкции переносного инструмента кратковременную дозу фликера $P_{st}$ также не определяют.

При наличии нагревательных элементов $P_{st}$ определяют следующим образом.

Включают электроинструмент в режим непрерывного функционирования в течение 10 мин или пока он не выключится автоматически. В последнем случае применяют правило, установленное в 6.5.

### А.10 Условия испытаний для фенов

Для ручных фенов длительную дозу фликера $P_{lt}$ при испытаниях не определяют. Для определения кратковременной дозы фликера $P_{st}$ включают фен в режиме непрерывного функционирования в течение 10 мин или до тех пор, пока он не выключится автоматически. В последнем случае применяют правило, установленное в 6.5.

Фены с регулировкой мощности проверяют во всем диапазоне мощностей в течение периода наблюдений, равного 10 мин. Если управляющие переключатели имеют дискретные положения, испытания проводят для каждой ступени регулирования, но не более 20 положений. Если ступенчатое регулирование мощности отсутствует, полный диапазон регулировки мощности разделяют на 10 равноотстоящих положений. Измерения начинают с наибольшего уровня мощности.

### А.11 Условия испытаний для телевизоров, аудиооборудования, компьютеров, проигрывателей DVD-дисков и аналогичной электронной аппаратуры

Указанное оборудование, предназначенное для использования бытовыми потребителями, испытывают на соответствие норме $d_{max}$ в соответствии с разделом 5, если другие специальные условия испытаний в приложении А неприменимы.

### А.12 Условия испытаний электрических водонагревателей прямого нагревания

Для электрических водонагревателей прямого нагревания без электронного управления определяют только значение $d_c$ при включении и выключении водонагревателя (последовательность 0 – $P_{max}$ – 0).

Для электрических водонагревателей прямого нагревания с электронным управлением температуру воды на выходе выбирают таким образом, чтобы путем изменения расхода воды потребляемая электрическая мощность могла быть изменена от $P_{min}$ до $P_{max}$.

$P_{max}$ представляет собой максимальную мощность, которая может быть достигнута в водонагревателе, а $P_{min} > 0$ представляет собой минимальную мощность, которая может быть установлена.

Примечание 1 — Для некоторых изделий максимальная мощность $P_{max}$, которая может быть реально достигнута в водонагревателе, составляет значение, меньшее номинальной мощности.

Установленную температуру воды поддерживают неизменной в течение всего времени испытаний.

Начиная с расхода воды, необходимого для максимальной мощности $P_{max}$, снижают расход, разбив его на 20 примерно равных ступеней, до минимальной потребляемой мощности $P_{min}$. Затем вновь увеличивают расход воды с учетом указанного разбиения диапазона скоростей на 20 примерно равных ступеней до потребляемой мощности $P_{max}$. Для каждой из указанных 40 ступеней определяют кратковременные дозы фликера $P_{st,i}$. Измерения начинают при достижении установившегося режима, т. е. примерно через 30 с после изменения расхода воды.

Примечание 2 — В некоторых случаях может быть достаточно определять значение $P_{st,i}$ по результатам измерений в течение 1 мин.

Кроме того, в течение периода наблюдения, равного 10 мин, определяют значение кратковременной дозы фликера $P_{st,z}$, вызываемого включением и выключением водонагревателя. Для этого потребление мощности в течение указанного периода наблюдения дважды наиболее быстрым способом изменяют между значениями $P = 0$ и $P = P_{max}$ (последовательность 0 – $P_{max}$ – 0 – $P_{max}$ – 0).

Рабочий цикл водонагревателя должен составлять 50 %, т. е. $P_{max}$ в течение 5 мин.

Результирующее значение кратковременной дозы фликера $P_{st}$ вычисляют по формуле

$$P_{st} = \left( P_{st,z}^3 + \frac{1}{40} \cdot \sum_{i=1}^{i=40} (P_{st,i})^3 \right)^{\frac{1}{3}}$$

и сравнивают со значением нормы, установленным в разделе 5.

Длительную дозу фликера $P_{lt}$ при испытаниях не определяют.

### А.13 Условия испытаний для усилителей звуковой частоты

Усилители звуковой частоты испытывают при условиях эксплуатации, указанных в IEC 61000-3-2:2009, подраздел С.3.

### А.14 Условия испытания для кондиционеров, осушителей воздуха, тепловых насосов и торгового холодильного оборудования

Оборудование включают до достижения установившегося режима или до тех пор, пока минимальное время работы компрессора не будет равно 30 мин.

Температура окружающей среды при испытании должна быть (15 ± 5) °С для нагревания и (30 ± 5) °С для охлаждения или осушения.

Тепловые насосы реверсивного цикла испытывают только в режиме охлаждения.

Определяют $d_{max}$ одним из следующих способов:

a) непосредственным измерением:

- выключают двигатель компрессора с помощью термостата;
- повторно включают двигатель компрессора с помощью термостата после минимального периода отключения, указанного в руководстве по эксплуатации или допускаемого автоматическим управлением;
- повторяют последовательно выключение/включение 24 раза и оценивают результаты в соответствии с приложением В. Однако если результат первого испытания не находится в пределах ±10 % нормы, оценку соответствия оборудования допускается проводить на основе одного результата и испытание может быть прекращено;

b) аналитическим методом:

- за значение стартового тока принимают суммарное значение тока мотора компрессора при заторможенном роторе (с учетом коэффициента мощности) и токов любых других нагрузок (мотора вентилятора и т. д.), которые включаются менее чем за 2 с до или после включения мотора компрессора. Эта процедура позволяет разделить изменения напряжения, вызываемые мотором компрессора и другими нагрузками.

Длительную дозу фликера $P_{lt}$ и кратковременную дозу фликера $P_{st}$ необходимо аналитически оценивать с использованием количества циклов, указанных изготовителем, за 1 ч.

### А.15 Условия испытания для оборудования дуговой сварки и родственных процессов

#### А.15.1 Общие положения

Для оборудования дуговой сварки и родственных процессов, обслуживаемого во время эксплуатации, $d_{max}$ должно соответствовать 7 %-ной норме, указанной в разделе 5, перечисление с). Условия испытаний приведены в приложении В.

Кроме того, для оборудования, предназначенного для использования в процессе ручной дуговой сварки металлическим электродом, определяют значения $P_{st}$ и $d_c$ в соответствии с А.15.2.1 и А.15.3.1.

Для всех испытаний падение напряжения, вызванное оборудованием при нормальных рабочих условиях и при максимальной установленной производителем выходной мощности, должно составлять от 3 % до 5 % напряжения питания.

Несмотря на ограничение области применения настоящего стандарта оборудованием с входным током не более 16 А, эти условия испытания также являются действительными и для оборудования с входным током более 16 А.

Данные условия испытаний должны применяться к сварочному оборудованию, сконструированному в соответствии с IEC 60974-1. Условия испытания для других типов оборудования находятся в стадии рассмотрения.

#### А.15.2 Оценка $P_{st}$

А.15.2.1 Общие положения

Испытания для оценки значения $P_{st}$ сварочного оборудования для ручной дуговой сварки металлическим электродом следует проводить с использованием испытательной установки, моделирующей сварку обычными электродами диаметром 3,25 мм. Если испытуемое оборудование не подходит для указанных электродов ($I_{2max}$< 130 А), то используют параметры, относящиеся к электродам диаметром 2,5 мм.

Значение изменения напряжения на входных зажимах испытуемого оборудования $\Delta U$, которое имеет важное значение для определения $P_{st}$, измеряют или рассчитывают по измерениям силы тока на входных зажимах испытуемого оборудования с использованием одного из указанных ниже методов испытаний.

Во всех случаях регулятор силы дуги (при наличии) устанавливают в среднее положение, при этом соединение с эквивалентом нагрузки выполняют двумя медными сварочными кабелями длиной 3 м сечением 50 мм$^2$.

А.15.2.2 Метод испытаний А

Данный метод испытаний является достаточно простым, но его применение может привести к завышенным оценкам. Метод может быть использован также при проведении предварительных испытаний.

Вначале измеряют среднеквадратичный входной ток испытуемого оборудования, нагруженного на резистивную нагрузку, эквивалентную номинальному выходному току и напряжению, затем устанавливают сопротивление нагрузки, равное сопротивлению короткого замыкания $R_{short\ circuit}$, приведенному в таблице А.2. Разность значений измеренного среднеквадратичного входного тока $\Delta I_{input}$ используют для получения значений $\Delta U_{hp}$ в процессе оценки.

Таблица А.2 — Параметры электродов

| Диаметр, мм | Основные данные | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $I_{nom}$, А | $U_{nom}$, В | Броски, I/мин | $t_{drop}$, мс | $R_{short\ circuit}$, мОм |
| 2,5 | 90 | 23,6 | 920 | 5,6 | 18 |
| 3,25 | 130 | 25,2 | 350 | 7,5 | 13 |

А.15.2.3 Метод испытаний В

Данный метод испытаний является более сложным, чем метод испытаний А, но обеспечивает более достоверные результаты.

Параметры, приведенные в таблице А.2, должны воспроизводиться с помощью резистивной нагрузки с электронным переключением, способной изменяться от значения «номинальная нагрузка» до значения «короткое замыкание» с заданным сопротивлением в течение установленного времени сброса нагрузки с определенными фазовыми углами относительно входного напряжения.

Изменения входного тока (выборка среднеквадратичных значений с интервалом 10 мс), вызываемые изменениями нагрузки на выходных зажимах, измеряют, начиная с момента падения до нулевого уровня и при задержках в 2, 4, 6 и 8 мс. В процессе оценки необходимо использовать среднее арифметическое значение изменений результирующего тока. Значение входного тока $\Delta I_{input}$ используют для получения значений $\Delta U_{hp}$ в процессе оценки.

А.15.2.4 Оценка $P_{st}$

Значение $P_{st}$ для испытуемого оборудования рассчитывают по формуле

$$P_{st} = 0{,}365\Delta U F r^{0{,}31} R,$$

где $\Delta U = \Delta I_{input} Z_{ref} \cdot 100/U_n$, %;

$F$ — коэффициент формы, зависящий от вида характеристики изменения напряжения. Для ручной дуговой сварки металлическими электродами $F$ = 1,0;

$r$ — частота изменений напряжения, мин$^{-1}$;

$R$ — коэффициент, зависящий от частоты изменений напряжения.

Значения коэффициента $R$ указаны в таблице А.3.

Таблица А.3 — Зависимость коэффициента $R$ от частоты изменений напряжения $r$

| $r$, мин$^{-1}$ | $R$ | $r$, мин$^{-1}$ | $R$ |
|---|---|---|---|
| 0,2 | 0,98 | 2 | 0,99 |
| 0,3 | 1,03 | 3 | 1,00 |
| 0,4 | 1,02 | 4 | 1,00 |
| 0,5 | 1,00 | 5 | 1,03 |
| 0,6 | 1,00 | 6 | 1,02 |
| 0,7 | 1,02 | 7 | 1,02 |
| 0,8 | 1,00 | 8 | 1,03 |
| 0,9 | 1,00 | 9 | 1,03 |
| 1,0 | 1,00 | 10 | 1,08 |

Примечание — На практике процесс ручной сварки металлическим электродом состоит из времени подготовки обрабатываемой детали, времени сварки, времени обработки шва и времени для замены электродов. Таким образом, расчетное время использования, в течение которого производятся изменения напряжения, составляет только 2,5 мин в каждом 10-минутном периоде, представляющем рабочий цикл 0,25; значение $r$ для этой типичной операции составляет 0,2 мин$^{-1}$, так как только изменения напряжения в начале и в конце периода непрерывной сварки являются значительными.

Результат должен соответствовать нормам, указанным в разделе 5. Если эти нормы превышены, то оборудование не может быть заявлено как соответствующее настоящему стандарту; в этом случае применяют процедуру в соответствии с IEC 61000-3-11.

**А.15.3 Метод испытаний для $d_c$**

А.15.3.1 Общие положения

Вначале измеряют среднеквадратичный входной ток испытуемого оборудования, нагруженного на резистивную нагрузку, эквивалентную номинальному выходному току и напряжению, затем устанавливают значение нагрузки, эквивалентное условиям холостого хода. Разность между измеренными среднеквадратичными значениями входного тока $\Delta I_{input}$ используют в процессе оценки.

А.15.3.2 Оценка $d_c$

$d_c$ определяют по следующей формуле

$$d_c = \Delta I_{input} Z_{ref} \cdot 100/U_n.$$

Результат должен соответствовать нормам, указанным в разделе 5. Если эти нормы превышены, то оборудование не может быть заявлено как соответствующее настоящему стандарту, в этом случае применяют процедуру в соответствии с IEC 61000-3-11.

**Приложение В**
**(обязательное)**

## Условия испытаний и методы измерения изменений напряжения $d_{max}$, вызываемых ручным переключением

### В.1 Обзор

Значительное разнообразие конструкций и характеристик переключателей, управляемых вручную, вызывает значительные разбросы результатов измерения изменений напряжения. Выбор метода испытания с учетом фактического режима работы испытуемого оборудования, управляемого вручную, имеет важное значение.

Для достижения повторяемости результатов испытания следует для измерения $d_{max}$ применять статистический метод.

### В.2 Метод измерения

a) 24 измерения значений пускового потребляемого тока провести в следующем порядке:

- начать измерение;
- включить испытуемое оборудование (для создания изменения напряжения);
- дать возможность испытуемому оборудованию функционировать при нормальных рабочих условиях максимально возможное время в течение измерительного временного интервала 1 мин;
- выключить испытуемое оборудование перед окончанием измерительного временного интервала 1 мин и убедиться, что все движущиеся части конструкции испытуемого оборудования остановились, и прошло достаточное время для того, чтобы устройства, предназначенные для уменьшения $d_{max}$, охладились до окружающей температуры до начала следующего интервала измерений;
- начать следующее измерение.

Примечание — Метод охлаждения может быть естественным и принудительным, время охлаждения определяет изготовитель оборудования, если это необходимо.

b) Исключить максимальный и минимальный результаты. Вычислить окончательный результат испытаний как среднее арифметическое оставшихся 22 значений.

## Приложение С
## (справочное)

# Определение напряжения установившегося режима и характеристик изменения напряжения в соответствии с IEC 61000-4-15:2010

### С.1 Обзор

Следующие разъяснения и описания приведены по IEC 61000-4-15:2010, с тем чтобы помочь пользователю настоящего стандарта, предоставляя информацию, необходимую для понимания оценки непосредственно измеряемых параметров в настоящем стандарте. Для тех, кому нужна более подробная информация о точном функционировании фликерметра в целом, IEC 61000-4-15:2010 предоставляет детали, необходимые для полного понимания. В случае сомнений определения, приведенные в IEC 61000-4-15:2010, имеют преимущество по отношению к определениям, приведенным в настоящем приложении. Это вызвано тем, что настоящее приложение не является прямой копией, и было незначительно изменено для целей настоящего стандарта.

### С.2 Термины и определения

С.2.1 **среднеквадратичное значение напряжения, определяемое для каждого полупериода** (half period r.m.s. value of the voltage) $\boldsymbol{U_{hp}}$**:** Среднеквадратичное напряжение сети электропитания, определяемое за половину периода между последовательными пересечениями нуля напряжением основной частоты.

С.2.2 **характеристика среднеквадратичного значения, определяемого для каждого полупериода** (half period r.m.s. value characteristics) $\boldsymbol{U_{hp}(t)}$**:** Характеристика среднеквадратичного значения, определяемого для каждого полупериода в зависимости от времени, устанавливаемая из последовательных значений $U_{hp}$.

Примечание — См. IEC 61000-4-15:2010, приложение В, для более подробного объяснения.

С.2.3 **относительная характеристика среднеквадратичного значения, определяемого для каждого полупериода** (relative half period r.m.s. value characteristics) $\boldsymbol{d_{hp}(t)}$**:** Характеристика среднеквадратичного значения, определяемого для каждого полупериода в зависимости от времени, выраженная как отношение к номинальному напряжению $U_n$:

$$d_{hp}(t) = U_{hp}(t)/U_n.$$

С.2.4 **изменение напряжения установившегося режима** (steady state voltage change) $\boldsymbol{d_{c,i}}$**:** Значение разности между двумя последовательными значениями напряжения установившегося режима, обычно выражается в процентах $U_n$, т. е. $d_{end,i-1} - d_{start,i}$.

Примечание — Необходимо указывать полярность изменения (изменений) установившегося режима (режимов). Как следует из приведенной выше формулы, если напряжение падает во время характеристики изменения, результирующее значение $d_{c,i}$ положительно. При увеличении напряжения во время характеристики изменения результирующее значение $d_{c,i}$ является отрицательным.

С.2.5 **максимальное изменение напряжения в течение характеристики изменения напряжения** (maximum voltage change during a voltage change characteristic) $\boldsymbol{d_{max,i}}$**:** Значение максимальной разности между последним значением $d_{end,i-1}$ при условии установившегося режима и следующими значениями $d_{hp}(t)$, наблюдаемыми в течение характеристики изменения напряжения, как правило, выражается в процентах $U_n$:

$$d_{max,i} = \max (d_{end,\,i-1} - d_{hp}(t)).$$

Примечание — Оценка $d_{max,i}$ заканчивается, как только достигается условие нового установившегося режима, или в конце периода наблюдения. Необходимо указывать полярность изменения (изменений). Как следует из приведенной выше формулы, если максимальное отклонение напряжения наблюдается при уменьшении напряжения относительно $d_{end,i-1}$, результирующее значение $d_{max,i}$ положительно. Если максимальное отклонение напряжения наблюдается при увеличении напряжения относительно предыдущего $d_{end,\,i-1}$, результирующее значение $d_{max,i-1}$ является отрицательным.

С.2.6 **максимальное изменение напряжения установившегося режима в течение периода наблюдения** (maximum steady state voltage change during an observation period) $\boldsymbol{d_c}$**:** Наивысшее абсолютное значение всех значений $d_{c,i}$, наблюдаемых в течение периода наблюдения

$$d_c = \max_i (|d_{c,i}|).$$

С.2.7 **максимальное абсолютное изменение напряжения в течение периода наблюдения** (maximum absolute voltage change during an observation period) $\boldsymbol{d_{max}}$**:** Наивысшее абсолютное значение всех значений $d_{max,i}$, наблюдаемых в течение периода наблюдения

$$d_{max} = \max_i (|d_{max,i}|).$$

С.2.8 **отклонение напряжения** (voltage deviation) $\boldsymbol{d(t)}$**:** Отклонение фактического значения $d_{hp}(t)$ от предыдущего $d_{end,i-1}$ в течение характеристики изменения напряжения, выражается в процентах $U_n$:

$$d(t) = d_{end,\,i-1} - d_{hp}(t).$$

Примечание — Указание полярности не является обязательным. Если полярность указана, падение напряжения считается положительным значением.

### С.3 Напряжение установившегося режима и характеристики изменения напряжения

Установившийся режим возникает, когда среднеквадратичное значение напряжения, определяемое для каждого полупериода $U_{hp}$, остается в пределах установленного допуска ± 0,2 % в течение, как минимум, 100 полупериодов основной частоты (50 Гц).

В начале испытания усредненное среднеквадратичное напряжение, измеренное в последнюю секунду, предшествующую испытательному периоду наблюдения, используют в качестве исходного опорного значения для расчетов $d_c$ и $d_{hp}(t)$, а также в целях измерения $d_{max}$ и $d(t)$. В случае если условие установившегося режима в течение данного испытания не достигается, параметр $d_c$ должен быть зафиксирован равным нулю.

При проведении измерений в процессе испытания в случае, если условие установившегося режима достигнуто и сохраняется, определяют в течение 1 с скользящее среднее значение $U_{hp,avg}$ напряжения $U_{hp}$, т. е. последние 100 значений $U_{hp}$ используют для вычисления $U_{hp,avg}$. Это значение $U_{hp,avg}$ впоследствии используют для определения, продолжается ли состояние установившегося режима, и оно также является опорным напряжением для определения $d_c$, $d_{max}$ и $T_{max}$ в том случае, если происходит изменение напряжения.

Для определения нового состояния установившегося режима $d_{c,i}$ после того, как произошло изменение напряжения, используют первое значение $d_{start,i} = d_{hp}(t = t_{start})$. Допустимые изменения относительно этого значения определяют как ± 0,002 $U_n$ (± 0,2 % $U_n$). Считается, что условие установившегося режима имеет место, если $U_{hp}(t)$ не выходит за допуск для 100 последовательных полупериодов основной частоты.

Примечание — Использование параметра $U_{hp,avg}$ предотвращает запуск оценки $d_c$ или $d_{max}$ очень медленно меняющимися линейными напряжениями, при сведении отклонения между двумя измерительными приборами до минимального значения 0,4 % $U_n$ (+0,2 % и –0,2 %).

Состояние установившегося режима заканчивается, когда последующее значение $U_{hp}(t = t_x)$ превышает диапазон допусков: $d_{hp}(t = t_x) > d_{hp,avg} + 0{,}002$ или $d_{hp}(t = t_x) < d_{hp,avg} - 0{,}002$.

Последнее значение, находящееся в пределах допуска обозначается $d_{end,i} = d_{hp}(t = t_{x-1})$. Значение $d_{hp}(t = t_x)$ используют в качестве начального значения для определения следующего состояния установившегося режима $d_{c,i+1} = d_{start,\ i+1}$.

Если какое-либо значение $d_{hp}(t > t_x)$ не попадает в диапазон допуска до требуемых 100 полупериодов для достижения установившегося режима, это новое значение $U_{hp}$ используют в качестве начального значения для определения следующего состояния установившегося режима $d_{c,i+1}$. Поскольку возможно новое состояние установившегося режима, может быть определено мгновенное значение $U_{hp,avg}$.

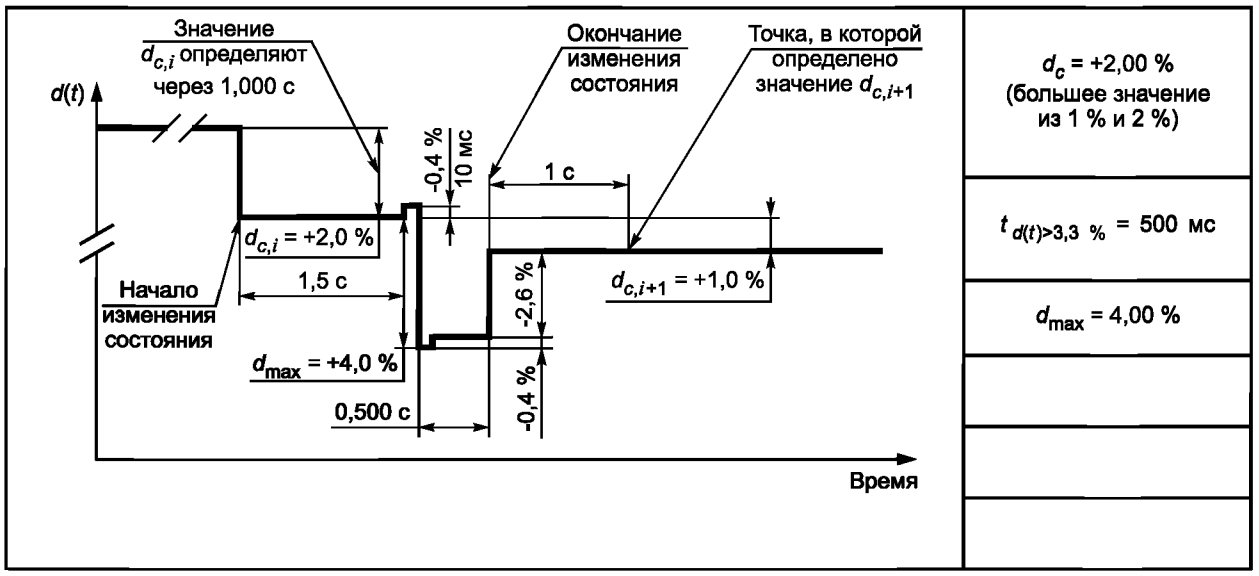
### С.4 Графическое описание непосредственно измеряемых параметров $d_c$, $d(t)$, $d_{max}$ и $T_{max}$

Непосредственно измеряемые параметры $d_c$, $d(t)$, $d_{max}$ и $T_{max}$ сравнивают с нормами, указанными в разделе 5. Примеры в приложении С предназначены для оказания помощи пользователю настоящего стандарта в понимании того, как оценивают и сравнивают с нормами непосредственно измеренные значения параметров.

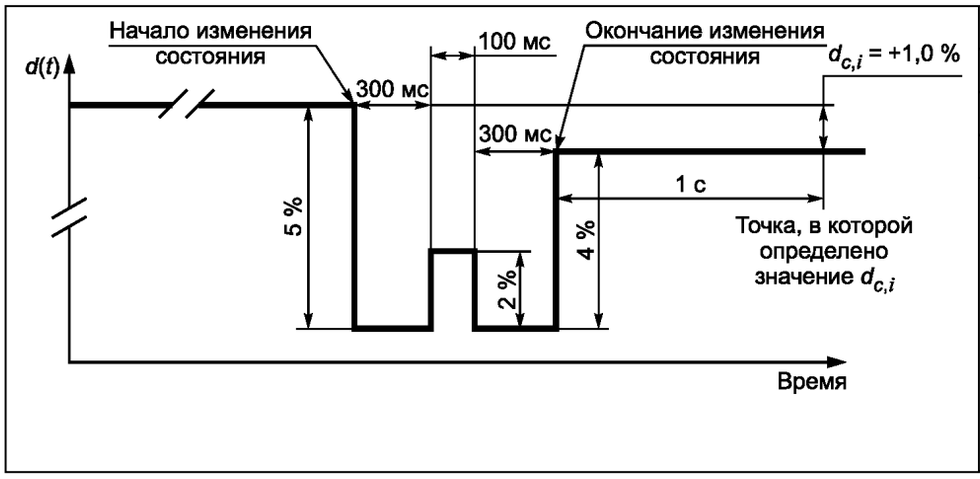
Таблицы С.1 и С.2 графически описывают характеристики испытаний для $d_c - d_{max} - t_{d(t)\ >\ 3{,}3\ \%}$.

Указанные таблицы приведены по IEC 61000-4-15:2010. Параметр $t_{d(t)\ >\ 3{,}3\ \%}$ в настоящем стандарте обозначен $T_{max}$ (см. 3.5).

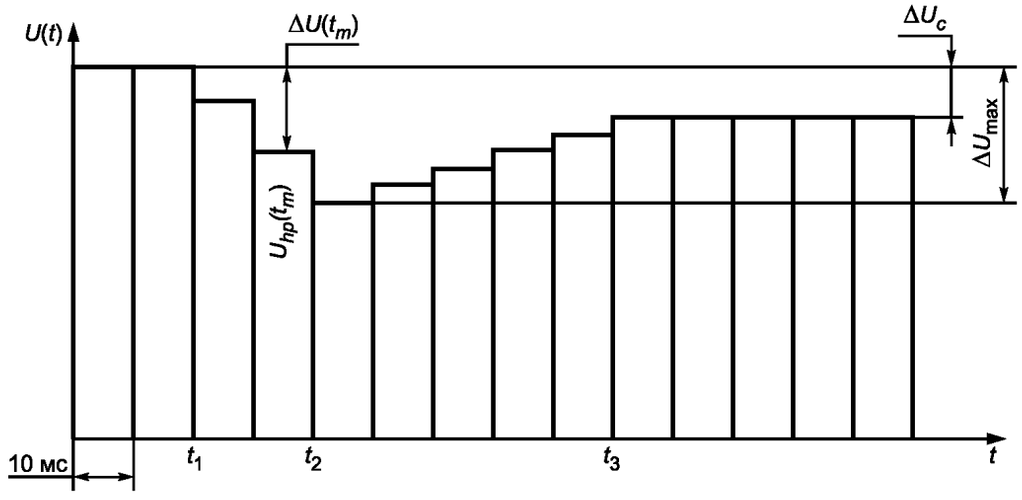
Таблица С.1 — Характеристики испытаний для $d_c - d_{max} - t_{d(t)\ >\ 3{,}3\ \%}$(по таблице 12 IEC 61000-4-15:2010)



Т а б л и ц а С.2 — Характеристики испытаний для $d_c$ – $d_{max}$ – $t_{d(t) > 3,3\ \%}$ (по таблице 13 IEC 61000-4-15:2010)




| |
|---|
| $d_c$ = +1,00 % |
| $d_{max}$ = 5,00 % |
| $t_{d(t)>3,3\ \%}$ = 600 мс |
| |




П р и м е ч а н и е — $T_f = t_2 - t_1$ — длительность фронта; $T_t = t_3 - t_2$ — длительность спада (см. рисунок 5).

Рисунок С.1 — Оценка $U_{hp}(t)$

**Приложение D**
**(справочное)**

## Входное относительное колебание напряжения $\Delta V/V$ для $P_{st}$ = 1,0 на выходе (IEC/TR 61000-3-7:2008)

Таблица D.1 — Входное относительное колебание напряжения $\Delta V/V$ для $P_{st}$ = 1,0 на выходе

| Частота колебаний *r*, изменений/мин | Колебание напряжения, % | | Частота колебаний *r*, изменений/мин | Колебание напряжения, % | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лампа 120 В, система 60 Гц | Лампа 230 В, система 50 Гц | | Лампа 120 В, система 60 Гц | Лампа 230 В, система 50 Гц |
| 0,1 | 8,202 | 7,4 | 176 | 0,739 | 0,64 |
| 0,2 | 5,232 | 4,58 | 273 | 0,65 | 0,56 |
| 0,4 | 4,062 | 3,54 | 375 | 0,594 | 0,5 |
| 0,6 | 3,645 | 3,2 | 480 | 0,559 | 0,48 |
| 1 | 3,166 | 2,724 | 585 | 0,501 | 0,42 |
| 2 | 2,568 | 2,211 | 682 | 0,445 | 0,37 |
| 3 | 2,25 | 1,95 | 796 | 0,393 | 0,32 |
| 5 | 1,899 | 1,64 | 1020 | 0,35 | 0,28 |
| 7 | 1,695 | 1,459 | 1055 | 0,351 | 0,28 |
| 10 | 1,499 | 1,29 | 1200 | 0,371 | 0,29 |
| 22 | 1,186 | 1,02 | 1390 | 0,438 | 0,34 |
| 39 | 1,044 | 0,906 | 1620 | 0,547 | 0,402 |
| 48 | 1 | 0,87 | 2400 | 1,051 | 0,77 |
| 68 | 0,939 | 0,81 | 2875 | 1,498 | 1,04 |
| 110 | 0,841 | 0,725 | | | |

Примечание 1 — Два последовательных изменения напряжения (одно положительное и одно отрицательное) составляют один цикл, т. е. два изменения напряжения в секунду соответствуют частоте колебаний 1 Гц.

Примечание 2 — Приведенные кривые основаны на использовании лампы накаливания 60 Вт. Поскольку другое осветительное оборудование может давать различные результаты, эти кривые приняты в качестве эталона, чтобы разрешить оценки в самых различных ситуациях.

Примечание 3 — Различные версии настоящей таблицы существуют в справочной литературе с незначительными различиями.

**Приложение ДА**
**(справочное)**

## Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

| Обозначение международного стандарта (документа) | Степень соответствия | Обозначение и наименование межгосударственного стандарта |
|---|---|---|
| IEC/TR 60725 | — | * |
| IEC 60974-1 | — | * |
| IEC 61000-3-2 | MOD | ГОСТ 30804.3.2—2013 (IEC 61000-3-2:2009) «Совместимость технических средств электромагнитная. Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе). Нормы и методы испытаний» |
| IEC 61000-3-11 | MOD | ГОСТ 30804.3.11—2013 (IEC 61000-3-11:2000) «Совместимость технических средств электромагнитная. Колебания напряжения и фликер, вызываемые техническими средствами с потребляемым током не более 75 А (в одной фазе), подключаемыми к низковольтным системам электроснабжения при определенных условиях. Нормы и методы испытаний» |
| IEC 61000-4-15:2010 | IDT | ГОСТ IEC 61000-4-15—2014 «Электромагнитная совместимость. Часть 4-15. Методы испытаний и измерений. Фликерметр. Технические условия на функциональные характеристики и конструкцию» |

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта (документа).

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

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

## Библиография


| | |
|---|---|
| IEC 60050 (all parts) | International Electrotechnical Vocabulary<br>(Международный электротехнический словарь)<br>(все части) |
| IEC/TR 61000-3-7 | Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 3-7: Limits — Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems<br>[Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 3-7. Нормы. Оценка норм электромагнитной эмиссии для подключения установок, вызывающих колебания напряжения, к системам энергоснабжения среднего, высокого и сверхвысокого напряжения] |

УДК 621.396/.397.001.4:006.354 МКС 33.100.10 IDT

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, электрическое и электронное оборудование, низковольтные системы энергоснабжения, изменения напряжения, колебания напряжения, фликер, требования, методы испытаний

Редактор *В.С. Кармашев*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Ю.М. Прокофьева*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 10.12.2015. Подписано в печать 08.02.2016. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,80. Тираж 33 экз. Зак. 390.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru