ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р МЭК 60287-2-2— 2009

КАБЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ. РАСЧЕТ НОМИНАЛЬНОЙ ТОКОВОЙ НАГРУЗКИ

Часть 2-2

Тепловое сопротивление. Метод расчета коэффициентов снижения максимально допустимой токовой нагрузки для групп кабелей, проложенных на воздухе и защищенных от прямого солнечного излучения

IEC 60287-2-2:1995
Electric cables — Calculation of the current rating — Part 2: Thermal resistance — Section 2: A method for calculating reduction factors for groups of cables in free air, protected from solar radiation
(IDT)

Издание официальное

БЗ 12—2008/502

Москва
Стандартинформ
2009

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт кабельной промышленности (ОАО «ВНИИКП») на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 46 «Кабельные изделия»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 июня 2009 г. № 220-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 60287-2-2:1995 «Кабели электрические. Расчет номинальной токовой нагрузки. Часть 2. Тепловое сопротивление. Раздел 2. Метод расчета коэффициентов снижения максимально допустимой токовой нагрузки для групп кабелей, проложенных на воздухе и защищенных от прямого солнечного излучения» (IEC 60287-2-2:1995 «Electric cables — Calculation of the current rating — Part 2: Thermal resistance — Section 2: A method for calculating reduction factors for groups of cables in free air, protected from solar radiation»).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении А

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Стандартинформ, 2009

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 2
3 Обозначения 2
4 Метод расчета 3
4.1 Коэффициенты снижения для кабелей, проложенных группами, если известна номинальная токовая нагрузка 3
4.2 Предыдущие расчеты номинальной токовой нагрузки отсутствуют 6
4.3 Группы кабелей, расположенных несколькими горизонтальными рядами 6
5 Значения расстояния между кабелями, дающие возможность избежать снижения максимально допустимой токовой нагрузки 6
6 Способы определения коэффициента снижения для кабелей групповой прокладки 6
Приложение А (справочное) Сведения о соответствии национальных стандартов Российской Федерации ссылочным международным стандартам 7

Введение

В настоящем стандарте изложен метод и приведены данные, позволяющие рассчитать коэффициенты снижения допустимой токовой нагрузки для горизонтально расположенных групп кабелей, проложенных на воздухе. Диэлектрические потери представленный метод не учитывает. Рекомендуется применять настоящий стандарт совместно с МЭК 60287-2-1:1994.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАБЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ. РАСЧЕТ НОМИНАЛЬНОЙ ТОКОВОЙ НАГРУЗКИ

Часть 2-2

Тепловое сопротивление. Метод расчета коэффициентов снижения максимально допустимой токовой нагрузки для групп кабелей, проложенных на воздухе и защищенных от прямого солнечного излучения

Electric cables. Calculation of the current rating. Part 2-2. Thermal resistance. A method for calculating reduction factors for groups of cables in free air, protected from solar radiation

Дата введения — 2010—01—01

1 Область применения

Приведенный в настоящем стандарте метод применим к любым типам кабелей, расположенных группами горизонтально, при условии, что они имеют один и тот же диаметр и идентичные потери.

В настоящем стандарте приведены сведения относительно снижения максимально допустимой токовой нагрузки вследствие наличия соседних кабелей.

Рассмотрение ограничено следующими условиями:

a) не более девяти кабелей, расположенных квадратом (рисунок 1);

b) не более шести цепей, каждая из трех кабелей, расположенных треугольником; при этом не более трех цепей, расположенных горизонтально, или двух цепей, расположенных вертикально (рисунок 2).

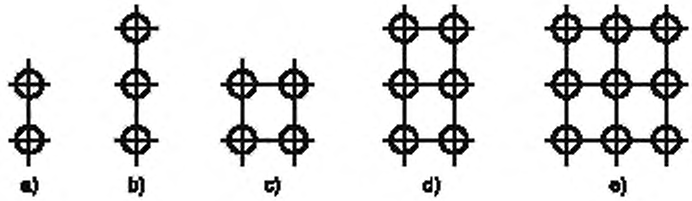


Рисунок 1 — Типовые примеры групп кабелей [e) представляет собой группу самого большого размера, на которую распространяются данные]

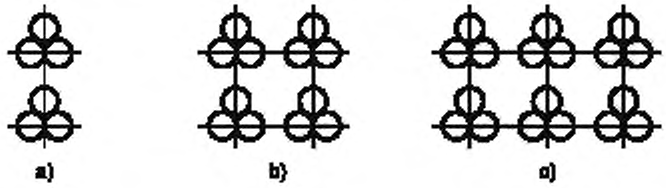


Рисунок 2 — Типовые примеры групп кабелей, проложенных треугольником [c) представляет собой группу самого большого размера, на которую распространяются данные]

Метод следует применять с осторожностью в тех случаях, где циркуляция воздуха вокруг кабелей может быть ограничена из-за наличия прилегающих объектов.

Издание официальное

Примечание — Для расширения и уточнения данных, а также для учета влияния диэлектрических потерь требуются дополнительные исследования.

Метод расчета применим для следующих случаев:

- если известны значения максимально допустимой токовой нагрузки для единичных кабелей или цепи, то можно определить коэффициенты снижения для групп, состоящих из кабелей того же типа (см. 4.1);
- если значения номинальной токовой нагрузки неизвестны, то можно воспользоваться данными настоящего стандарта и формулами, приведенными в МЭК 60287-1-1 и МЭК 60287-2-1, для определения максимально допустимой токовой нагрузки в группах кабелей (см. 4.2);
- если есть возможность проложить кабели на достаточном отдалении друг от друга, чтобы избежать снижения максимально допустимой токовой нагрузки (см. раздел 5).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие международные стандарты:

МЭК 60287-1-1:2006 Кабели электрические. Расчет номинальной токовой нагрузки. Часть 1-1. Уравнения для расчета номинальной токовой нагрузки (100 %-ный коэффициент нагрузки) и расчет потерь. Общие положения

МЭК 60287-2-1:1994 Кабели электрические. Расчет номинальной токовой нагрузки. Часть 2-1. Тепловое сопротивление. Расчет теплового сопротивления

3 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

D_e — наружный диаметр многожильного кабеля или одного одножильного кабеля в составе группы кабелей, расположенных треугольником, мм;

F_g — коэффициент снижения максимально допустимой токовой нагрузки для кабелей, расположенных группами;

I_g — номинальная токовая нагрузка кабеля с наиболее высокой температурой в группе, А;

I_t — номинальная токовая нагрузка одного кабеля или цепи в предположении, что они единичны, А;

T_{4t} — внешнее тепловое сопротивление одного кабеля в предположении, что он единичен, используемое для расчета I_t, К · м/Вт;

T_{4g} — внешнее тепловое сопротивление кабеля с наиболее высокой температурой в группе, К · м/Вт;

W — общие потери одного многожильного кабеля или одного одножильного кабеля в составе группы кабелей, расположенных треугольником, в предположении, что он единичен, имеющего токовую нагрузку I_t, Вт/м;

e — расстояние между соседними кабелями группы (следует отметить, что это расстояние, измеренное между поверхностями кабелей, а не между их осями, как принято в МЭК 60287-1-1 и МЭК 60287-2-1), мм;

h_t — коэффициент теплового рассеяния одного многожильного кабеля или одного одножильного кабеля в составе группы кабелей, расположенных треугольником, в предположении, что он единичен и проложен на воздухе, Вт/м^2 · К$^{5/4}$;

h_g — коэффициент теплового рассеяния кабеля с наиболее высокой температурой в группе, Вт/м^2 · К$^{5/4}$;

k_t — температурный коэффициент нагрева поверхности одного многожильного кабеля или одного одножильного кабеля в составе группы кабелей, расположенных треугольником, в предположении, что он единичен и проложен на воздухе:

$$k_t = \frac{\text{превышение температуры нагрева поверхности кабеля}}{\text{превышение температуры нагрева жилы}};$$

θ_a — температура окружающей среды, используемая для расчета I_t, °С;

θ_c — температура жилы, используемая для расчета I_t, °С.

4 Метод расчета

4.1 Коэффициенты снижения для кабелей, проложенных группами, если известна номинальная токовая нагрузка

Если известна максимально допустимая токовая нагрузка для единичных кабелей или цепи и надо рассчитать коэффициент снижения для группы кабелей, выполняют расчет для кабеля с самой высокой максимально допустимой температурой нагрева по формуле

$$F_g = \sqrt{\frac{1}{1 - k_l + k_l (T_{4g} / T_{4l})}}. \quad (1)$$

Допустимую токовую нагрузку кабеля с самой высокой температурой определяют по формуле

$$I_g = F_g I_t. \quad (2)$$

Температурный коэффициент нагрева поверхности кабеля k_l определяют по формуле

$$k_l = \frac{W T_{4l}}{(\theta_C - \theta_a)}. \quad (3)$$

Примечание — Значения W и T_{4l} получают при расчетах по определению I_t, поэтому расчет k_l удобно проводить одновременно с расчетами I_t.

Член T_{4g}/T_{4l} рассчитывают, исходя из отношения h_l/h_g, с использованием метода последовательных приближений:

$$(T_{4g}/T_{4l})_{n+1} = (h_l/h_g)\left[\frac{1 - k_l}{(T_{4g}/T_{4l})_n} + k_l\right]^{0,25}, \quad (4)$$

начиная с соотношения $T_{4g}/T_{4l} = h_l/h_g$.

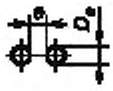
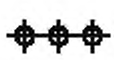
Примечание — Поскольку уравнение (4) быстро сходится, обычно достаточно оценки при $T_{4g}/T_{4l} = h_l/h_g$.

Если значение h_l/h_g менее 1,4, то достаточно заменить T_{4g}/T_{4l} на h_l/h_g в формуле (1).

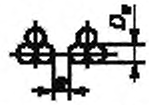
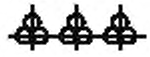
Значения отношения h_l/h_g приведены в таблице 1 и на рисунках 3—5 для групп многожильных кабелей и для групп одножильных кабелей, расположенных треугольником.

Примечание — Рекомендуется экспериментально определять значения, относящиеся к другим расположениям кабелей.

Таблица 1 — Данные для расчета коэффициентов снижения для групп кабелей

Расположение кабелей	Тепловым влиянием близкого расположения можно пренебречь, если e/D_e больше или равно указанному значению	Тепловым влиянием близкого расположения нельзя пренебречь,	
		если e/D_e менее указанного значения	среднее значение h_l/h_g [1), 2)]
1	2	3	4
Рядом два многожильных 	0,5	0,5	1,41
три многожильных 	0,75	0,75	1,65

Окончание таблицы 1

Расположение кабелей	Тепловым влиянием близкого расположения можно пренебречь, если e/D_e больше или равно указанному значению	Тепловым влиянием близкого расположения нельзя пренебречь,	
		если e/D_e менее указанного значения	среднее значение h_1/h_g [1), 2)]
1	2	3	4
две группы из трех кабелей, расположенных треугольником 	1,0	1,0	1,2
три группы из трех кабелей, расположенных треугольником 	1,5	1,5	1,25
Один над другим два многожильных 	2	2 или 0,5	1,085 $(e/D_e)^{-0.128}$ или 1,35
три многожильных 	4	4 или 0,5	1,19 $(e/D_e)^{-0.135}$ или 1,57
две группы кабелей, расположенных треугольником 	4	4 или 0,5	1,106 $(e/D_e)^{-0.078}$ или 1,39
Рядом с вертикальной поверхностью или горизонтальной поверхностью под кабелем 	0,5	0,5	1,23

[1)] Формулы для h_1/h_g, указанные в колонке 4 таблицы 1, и кривые на рисунках 3—5 не должны использоваться для значений e/D_e менее 0,5, или значений больших, чем соответствующие значения, указанные в колонке 2 таблицы 1.

[2)] Средние значения для кабелей диаметром 13—76 мм. Более точные значения h_1/h_g для групп кабелей могут быть получены для конкретного диаметра кабеля, как для значений, находящихся в этом диапазоне, так и вне него, в соответствие с МЭК 60287-2-1 (таблица 2).

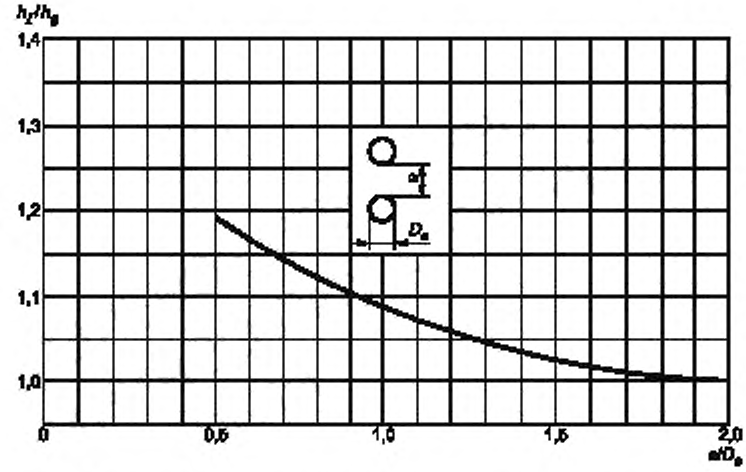


Рисунок 3 — Значения h_1/h_g для двух кабелей, расположенных в вертикальной плоскости

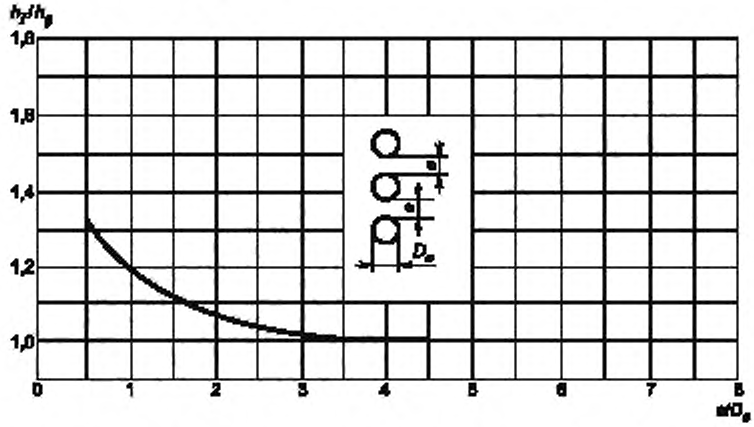


Рисунок 4 — Значения h_1/h_g для трех кабелей, расположенных в вертикальной плоскости

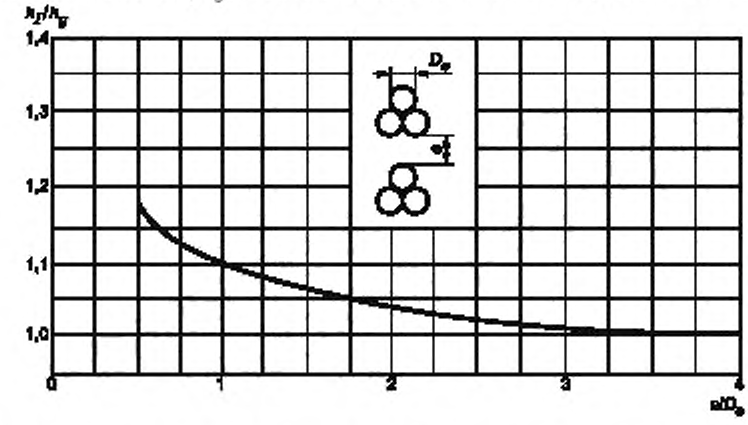


Рисунок 5 — Значения h_1/h_g для двух групп из трех кабелей, расположенных треугольником, в вертикальной плоскости

4.2 Предыдущие расчеты номинальной токовой нагрузки отсутствуют

Максимально допустимую токовую нагрузку в кабеле с наиболее высокой температурой в группе рассчитывают по формулам, приведенным в МЭК 60287-2-1 для кабелей, проложенных на воздухе, но заменяя приведенный в МЭК 60287-2-1 коэффициент теплового рассеяния h на h_g.

Для групповых конфигураций, на которые распространяются таблица 1 и рисунки 3—5, значения коэффициента теплового рассеяния h_g определяют по формуле

$$h_g = \frac{h}{h_l / h_q}, \tag{5}$$

где параметр h приведен в МЭК 60287-2-1 для одного многожильного кабеля или одного одножильного кабеля в составе группы кабелей, расположенных треугольником, в предположении, что он единичен, а отношение h_l / h_g определяют по таблице 1 или рисункам 3—5.

4.3 Группы кабелей, расположенных несколькими горизонтальными рядами

Коэффициенты и максимально допустимые токовые нагрузки кабеля с самой высокой температурой в группе кабелей, расположенных одновременно в горизонтальной и вертикальной плоскостях, рассчитывают с использованием соответствующего значения h_l / h_g для расстояния в вертикальной плоскости. Следует убедиться, что расстояние между кабелями в горизонтальной плоскости e не менее соответствующего значения, приведенного в таблице 1, позволяющего пренебречь тепловым влиянием близко расположенных кабелей.

5 Значения расстояния между кабелями, дающие возможность избежать снижения максимально допустимой токовой нагрузки

Минимальное расстояние между поверхностями соседних кабелей, необходимое для того, чтобы избежать снижения максимально допустимой токовой нагрузки по отношению к токовой нагрузке одного кабеля или цепи, в предположении, что они единичны, указано в колонке 2 таблицы 1 для различных вариантов расположения кабелей.

Эти минимальные значения выбраны с учетом того, что трудно точно выдержать малые расстояния между кабелями. Следует использовать соответствующие фиксаторы, которые обеспечивают требуемое расстояние.

Если невозможно гарантировать по всей длине трассы кабеля расстояние не менее соответствующего минимального значения, указанного в колонке 2 таблицы 1, следует применить один из приемов, рассмотренных в разделе 6.

6 Способы определения коэффициента снижения для кабелей групповой прокладки

Если невозможно гарантировать по всей длине трассы кабеля расстояние не менее соответствующего значения, указанного в колонке 2 таблицы 1, коэффициент снижения должен быть определен следующим образом.

Для расстояний в горизонтальной плоскости предполагают, что кабели соприкасаются друг с другом или с вертикальной поверхностью. Соответствующие значения h_l / h_g указаны в колонке 4 таблицы 1 для расчета коэффициента снижения с использованием одного из методов, приведенных в разделе 4.

Для расстояний в вертикальной плоскости коэффициент снижения, обусловленный групповой прокладкой кабелей, получают в зависимости от предполагаемого расстояния:

a) расстояние менее значения, указанного в колонке 2 таблицы 1, но оно может быть выдержано на уровне значения не менее минимального значения, указанного в колонке 3. В этом случае коэффициент снижения получают, используя один из методов, приведенных в разделе 4, при соответствующем значении h_l / h_g, рассчитанном по одной из формул колонки 4 таблицы 1 либо на основе одной из кривых рисунков 3—5;

b) расстояние не может быть выдержано на уровне значения не менее минимального значения, указанного в колонке 3 таблицы 1. В этом случае предполагают, что кабели соприкасаются. Соответствующие значения h_l / h_g указаны в колонке 4 таблицы 1 для расчета коэффициентов снижения с использованием одного из методов, приведенных в разделе 4.

Примечание — Формулы таблицы 1 и кривые рисунков 3—5 действуют только для диапазона расстояний, указанного в сносках под таблицей, и не могут быть экстраполированы.

Приложение А
(справочное)

Сведения о соответствии национальных стандартов Российской Федерации ссылочным международным стандартам

Таблица А.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
МЭК 60287-1-1:2006	ГОСТ Р МЭК 60287-1-1—2009 Кабели электрические. Расчет номинальной токовой нагрузки. Часть 1-1. Уравнения для расчета номинальной токовой нагрузки (100 %-ный коэффициент нагрузки) и расчет потерь. Общие положения
МЭК 60287-2-1:1994	ГОСТ Р МЭК 60287-2-1—2009 Кабели электрические. Расчет номинальной токовой нагрузки. Часть 2-1. Тепловое сопротивление. Расчет теплового сопротивления

УДК 621.315.6.001.4:006.354 ОКС 29.060.20 Е49 ОКП 35 0000

Ключевые слова: группы кабелей, токовые нагрузки, метод расчета, коэффициенты снижения

Редактор *Н.О. Грач*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 04.09.2009. Подписано в печать 29.09.2009. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 0,90. Тираж 181 экз. Зак. 657.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru