ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СТБ IEC 60502-1-2012

Кабели силовые с экструдированной изоляцией и кабельная арматура на номинальное напряжение от 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ)

Часть 1

КАБЕЛИ НА НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) И 3 кВ (U_m = 3,6 кВ)

Кабелі сілавыя з экструдыраванай ізаляцыяй і кабельная арматура на намінальнае напружанне ад 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) да 30 кВ (U_m = 36 кВ)

Частка 1

КАБЕЛІ НА НАМІНАЛЬНАЕ НАПРУЖАННЕ 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) І 3 кВ (U_m = 3,6 кВ)

(IEC 60502-1:2009, IDT)

Издание официальное

Госстандарт
Минск

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.315.2.016.2(083.74)(476) МКС 29.060.20 КП 03 IDT

Ключевые слова: кабели силовые, кабельная арматура, экструдированная изоляция, номинальное напряжение, оболочка, экран, броня, испытания

ОКП РБ 31.30.13; 31.30.14

Предисловие

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

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

ВНЕСЕН Госстандартом Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 30 июня 2012 г. № 36

3 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60502-1:2009 Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (U_m = 1,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV) – Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV (U_m = 1,2 kV) and 3 kV (U_m = 3,6 kV) [Кабели силовые с экструдированной изоляцией и кабельная арматура на номинальное напряжение от 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ). Часть 1. Кабели на номинальное напряжение 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) и 3 кВ (U_m = 3,6 кВ)].

Международный стандарт разработан техническим комитетом по стандартизации IEC/TC 20 «Электрические кабели» Международной электротехнической комиссии (IEC).

Перевод с английского языка (en).

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

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

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

Степень соответствия – идентичная (IDT)

4 Настоящий государственный стандарт взаимосвязан с техническим регламентом ТР 2007/001/BY «Низковольтное оборудование. Безопасность» и реализует его существенные требования безопасности.

Соответствие взаимосвязанному государственному стандарту обеспечивает выполнение существенных требований безопасности технического регламента ТР 2007/001/BY «Низковольтное оборудование. Безопасность»

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© Госстандарт, 2012

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

Издан на русском языке

Содержание

1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 1
3 Термины и определения ... 2
3.1 Определения, относящиеся к размерным величинам (толщине, площади поперечного сечения и т. д.) ... 2
3.2 Определения, относящиеся к испытаниям ... 3
4 Обозначения напряжения и материалы ... 3
4.1 Номинальное напряжение ... 3
4.2 Материалы для изоляции ... 4
4.3 Материалы для оболочки ... 4
5 Проводники ... 5
6 Изоляция ... 5
6.1 Материал ... 5
6.2 Толщина изоляции ... 5
7 Сердечник многожильных кабелей, внутреннее покрытие и заполнитель ... 6
7.1 Внутреннее покрытие и заполнитель ... 6
7.2 Кабели на номинальное напряжение 0,6/1 (1,2) кВ ... 7
7.3 Кабели на номинальное напряжение 1,8/3 (3,6) кВ ... 7
8 Металлические слои для одножильных и многожильных кабелей ... 8
9 Металлический экран ... 8
9.1 Конструкция ... 8
9.2 Требования ... 8
10 Концентрический проводник ... 8
10.1 Конструкция ... 8
10.2 Требования ... 8
10.3 Наложение ... 9
11 Металлическая оболочка ... 9
11.1 Свинцовая оболочка ... 9
11.2 Другие металлические оболочки ... 9
12 Металлическая кабельная броня ... 9
12.1 Типы металлической брони ... 9
12.2 Материалы ... 9
12.3 Наложение брони ... 9
12.4 Размеры брони, выполненной из проволок и из лент ... 10
12.5 Соотношение между диаметром кабеля и размерами брони ... 10
12.6 Броня, выполненная из круглой проволоки или проволоки прямоугольного сечения ... 11
12.7 Кабельная броня из двух лент ... 11
13 Наружная оболочка ... 11
13.1 Общие положения ... 11

13.2 Материал ... 11
13.3 Толщина оболочки ... 12
14 Условия испытаний ... 12
14.1 Температура окружающей среды ... 12
14.2 Частота и форма сигнала при испытании переменным напряжением ... 12
14.3 Форма сигнала при испытании импульсным напряжением ... 12
15 Стандартные испытания ... 12
15.1 Общие положения ... 12
15.2 Электрическое сопротивление проводников ... 12
15.3 Испытание напряжением ... 13
16 Выборочные испытания ... 13
16.1 Общие положения ... 13
16.2 Число образцов для испытаний ... 14
16.3 Воспроизводимость результатов испытаний ... 14
16.4 Проверка проводника ... 14
16.5 Измерение толщины изоляции и неметаллических оболочек (включая разделительные оболочки, наложенные методом экструзии, но исключая экструдированное внутреннее покрытие) ... 14
16.6 Измерение толщины свинцовой оболочки ... 15
16.7 Измерение размеров брони, выполненной из проволок и из лент ... 15
16.8 Измерение наружного диаметра ... 15
16.9 Испытание изоляции из этиленпропиленового каучука (EPR), высокомодульного или высокосортного этиленпропиленового каучука (HEPR), изоляции из сшитого полиэтилена (XLPE) и эластомерных оболочек на тепловую деформацию ... 15
17 Электрические испытания типа ... 16
17.1 Измерение сопротивления изоляции при температуре окружающей среды ... 16
17.2 Измерение сопротивления изоляции при максимальной температуре нагрева проводника ... 16
17.3 Испытание напряжением в течение 4 ч ... 17
17.4 Испытание кабелей на номинальное напряжение 1,8/3 (3,6) кВ импульсным напряжением ... 17
18 Неэлектрические испытания типа ... 17
18.1 Измерение толщины изоляции ... 17
18.2 Измерение толщины неметаллических оболочек (включая разделительные оболочки, наложенные методом экструзии, но исключая экструдированное внутреннее покрытие) ... 17
18.3 Испытания по определению механических свойств изоляции до и после старения ... 18
18.4 Испытания по определению механических свойств неметаллических оболочек до и после старения ... 18
18.5 Дополнительное испытание на старение на отрезках готовых кабелей ... 18
18.6 Испытание на потерю массы для оболочек из поливинилхлорида типа ST_2 ... 19
18.7 Испытание давлением при высокой температуре для изоляции и неметаллических оболочек ... 19

18.8 Испытание изоляции и оболочки из поливинилхлорида и оболочки, не содержащей галогены, при низких температурах 19
18.9 Испытание на стойкость изоляции и оболочки из поливинилхлорида к растрескиванию (испытание на тепловой удар) 19
18.10 Испытание на озоностойкость изоляции, выполненной из этиленпропиленового материала (EPR и HEPR) 19
18.11 Испытание на тепловую деформацию для изоляции, выполненной из этиленпропиленового материала (EPR и HEPR) и сшитого полиэтилена (XLPE), и эластомерных оболочек 19
18.12 Испытание на маслостойкость для эластомерных оболочек 20
18.13 Испытание изоляции на водопоглощение 20
18.14 Испытания на огнестойкость 20
18.15 Измерение содержания сажи в наружной оболочке из полиэтилена (PE) черного цвета 21
18.16 Испытание на усадку изоляции из сшитого полиэтилена (XLPE) 21
18.17 Дополнительное испытание на изгиб 21
18.18 Определение твердости изоляции из этиленпропиленового материала (HEPR) 21
18.19 Определение модуля упругости изоляции из этиленпропиленового материала (HEPR) 21
18.20 Испытание на усадку полиэтиленовой наружной оболочки 21
18.21 Дополнительные механические испытания для наружной оболочки, не содержащей галогены 22
18.22 Испытание на водопоглощение для наружной оболочки, не содержащей галогены 22
19 Электрические испытания после монтажа 22
Приложение А (обязательное) Метод приблизительного расчета для определения размеров защитных покрытий 30
Приложение В (обязательное) Округление чисел 34
Приложение С (обязательное) Определение твердости изоляции, выполненной из высокосортного этиленпропиленового каучука (HEPR) 35
Приложение Д.А (справочное) Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным международным стандартам 37

Введение

Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60502-1:2009 «Кабели силовые с экструдированной изоляцией и кабельная арматура на номинальное напряжение от 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ). Часть 1. Кабели на номинальное напряжение 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) и 3 кВ (U_m = 3,6 кВ)», представляющему собой переиздание редакции IEC 60502-1:2004 с изменением Amd.1:2009.

В серию международных стандартов IEC 60502 входят следующие части под общим заголовком «Кабели силовые с экструдированной изоляцией и кабельная арматура на номинальное напряжение от 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ)»:

– Часть 1. Кабели на номинальное напряжение 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) и 3 кВ (U_m = 3,6 кВ).

– Часть 2. Кабели на номинальное напряжение от 6 кВ (U_m = 7,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ).

– Часть 3. Резервная.

– Часть 4. Требования к испытанию кабельной арматуры на номинальное напряжение от 6 кВ (U_m = 7,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ).

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Кабели силовые с экструдированной изоляцией и кабельная арматура на номинальное напряжение от 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ) Часть 1 КАБЕЛИ НА НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) И 3 кВ (U_m = 3,6 кВ)

Кабелі сілавыя з экструдыраванай ізаляцыяй і кабельная арматура на намінальнае напружанне ад 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) да 30 кВ (U_m = 36 кВ) Частка 1 КАБЕЛІ НА НАМІНАЛЬНАЕ НАПРУЖАННЕ 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) І 3 кВ (U_m = 3,6 кВ)

Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (U_m = 1,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV) Part 1 Cables for rated voltages of 1 kV (U_m = 1,2 kV) and 3 kV (U_m = 3,6 kV)

Дата введения 2013-01-01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к конструкции, размерам и испытаниям силовых кабелей с экструдированной сплошной изоляцией на номинальное напряжение 1 кВ (U_m =1,2 кВ) и 3 кВ (U_m = 3,6 кВ) для стационарных установок, таких как распределительные сети и промышленные установки.

Стандарт распространяется на кабели, устойчивые к распространению пламени, с низким уровнем дымо- и газовыделения при горении.

Стандарт не распространяется на кабели для специальных условий эксплуатации и/или предназначенные для специального оборудования, например кабели для воздушных линий электропередачи, для горнодобывающей промышленности, для атомных электростанций (внутри и в зоне герметизации), кабели, применяемые на подводных лодках или судовые кабели.

2 Нормативные ссылки

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

IEC 60038:2009 Стандартные напряжения, рекомендуемые IEC

IEC 60060-1:2010 Методы испытаний высоким напряжением. Часть 1. Общие определения и требования к испытаниям

IEC 60183:1984 Руководство по выбору высоковольтных кабелей

IEC 60228:2004 Проводники изолированных кабелей

IEC 60230:1966 Импульсные испытания кабелей и их арматуры

IEC 60332-1-1:2004 [1)] Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 1-1. Испытание на нераспространение горения одиночного, вертикально расположенного изолированного провода или кабеля. Испытательное оборудование

IEC 60332-1-2:2004 [1)] Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 1-2. Испытание на нераспространение горения одиночного, вертикально расположенного изолированного провода или кабеля. Проведение испытания при воздействии пламенем газовой горелки мощностью 1 кВт с предварительным смешением газов

IEC 60332-3-24:2009 Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 3-24. Испытание на вертикальное распространение пламени по вертикально-навесным пучкам проводов или кабелей. Категория С

[1)] Действует взамен IEC 60332-1:1993.

Издание официальное

IEC 60502-2:2005 Кабели силовые с прессованной изоляцией и кабельная арматура на номинальное напряжение от 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ). Часть 2. Кабели на номинальное напряжение от 6 кВ (U_m = 7,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ)

IEC 60684-2:2011 Оплетки электроизоляционные гибкие. Часть 2. Методы испытаний

IEC 60724:2008 Температурные пределы короткого замыкания электрических кабелей с номинальными напряжениями 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) и 3 кВ (U_m = 3,6 кВ)

IEC 60754-1:2011 Испытания материалов конструкции кабелей на выделение газов при горении. Часть 1. Определение содержания газов галогенных кислот

IEC 60754-2:2011 Испытания материалов конструкции кабелей на выделение газов при горении. Часть 2. Определение кислотности (посредством измерения pH) и удельной проводимости

IEC 60811-1-1:2001 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 1-1. Методы общего применения. Измерение толщины и наружных размеров. Испытания для определения механических свойств

IEC 60811-1-2:1985 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 1-2. Методы общего применения. Методы теплового старения

IEC 60811-1-3:2001 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 1-3. Общее применение. Методы определения плотности. Испытания на водопоглощение. Испытание на усадку

IEC 60811-1-4:1985 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 1-4. Методы общего применения. Испытание при низкой температуре

IEC 60811-2-1:2001 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 2. Специальные методы для эластомерных компаундов. Раздел 1. Испытание на озоностойкость. Температурные испытания. Испытание погружением в минеральное масло

IEC 60811-3-1:1985 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических кабелей. Часть 3. Специальные методы для поливинилхлоридных компаундов. Раздел 1. Испытание давлением при высокой температуре. Испытания на стойкость к растрескиванию

IEC 60811-3-2:1985 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических кабелей. Часть 3. Специальные методы для поливинилхлоридных компаундов. Раздел 2. Испытание на потерю массы. Испытание на термостабильность

IEC 60811-4-1:2004 Материалы для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Общие методы испытаний. Часть 4-1. Специальные методы для полиэтиленовых и полипропиленовых компаундов. Стойкость к растрескиванию при атмосферном воздействии. Определение показателя текучести расплава. Определение содержания сажи и/или минерального наполнителя в полиэтилене путем непосредственного сжигания. Определение содержания сажи посредством термогравиметрического анализа (TGA). Оценка дисперсии углеродной сажи в полиэтилене с применением микроскопа

IEC 61034-2:2005 Измерение задымленности при горении электрических кабелей в заданных условиях. Часть 2. Методика испытания и требования

ISO 48:2010 Резина вулканизированная или термопластичная. Определение твердости (твердость от 10 IRHD до 100 IRHD)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 Определения, относящиеся к размерным величинам (толщине, площади поперечного сечения и т. д.)

3.1.1 номинальное значение (nominal value): Значение параметра, которое установлено и часто используется в таблицах.

Примечание – Как правило, установленные в настоящем стандарте номинальные значения – это значения, которые проверяют при измерении параметра с учетом заданных предельных отклонений.

3.1.2 ориентировочное значение (approximate value): Значение параметра, которое не гарантируется и не контролируется; оно используется, например, для расчета других размерных значений.

3.1.3 медианное значение (median value): Значение параметра, которое находится в середине ряда результатов испытаний, расположенных в порядке возрастания или убывания числовых значений, если их число нечетное, или является средним арифметическим двух значений, находящихся в середине ряда, если число результатов испытаний четное.

3.1.4 расчетное значение (fictitious value): Значение параметра, вычисленное в соответствии с методом приблизительного расчета, описанным в приложении А.

3.2 Определения, относящиеся к испытаниям

3.2.1 стандартные испытания (routine tests): Испытания, проводимые изготовителем для проверки соответствия каждой изготовленной строительной длины кабеля установленным требованиям.

3.2.2 выборочные испытания (sample tests): Испытания, проводимые изготовителем на образцах готового кабеля или его элементах с установленной периодичностью с целью подтверждения соответствия готовой продукции установленным требованиям.

3.2.3 испытания типа (type test): Испытания, проводимые до поставки на общей коммерческой основе типа кабеля, на который распространяется настоящий стандарт, с целью продемонстрировать удовлетворительные эксплуатационные характеристики кабеля для использования его по назначению.

Примечание – Эти испытания таковы, что после их проведения нет необходимости повторять их снова, если материалы, конструкция или технологический процесс, которые могут изменить эксплуатационные характеристики, не изменяются.

3.2.4 электрические испытания после монтажа (electrical test after installation): Испытания, проводимые с целью продемонстрировать целостность кабеля и его арматуры после монтажа.

4 Обозначения напряжения и материалы

4.1 Номинальное напряжение

Значениями номинального напряжения U_0/U (U_m) кабелей, которые рассматриваются в настоящем стандарте, являются 0,6/1 (1,2) кВ и 1,8/3 (3,6) кВ.

Примечание 1 – Указанные выше значения в обозначении напряжения являются общепринятыми, хотя в некоторых странах используются другие значения, например 1,7/3 кВ или 1,9/3,3 кВ вместо 1,8/3 кВ.

В обозначении напряжения кабелей U_0/U (U_m):

– U_0 – номинальное напряжение промышленной частоты между проводником и «землей» или металлическим экраном, на которое рассчитан кабель;

– U – номинальное напряжение промышленной частоты между проводниками, на которое рассчитан кабель;

– U_m – максимальное значение из «наибольших напряжений сетей», в которых может использоваться оборудование (см. IEC 60038).

Номинальное напряжение кабеля для конкретного применения должно соответствовать условиям эксплуатации сети, в которой используется кабель. Для облегчения выбора кабеля сети подразделяют на три категории:

– категория А: эта категория включает те сети, в которых любой фазовый провод, который подсоединен к «земле» или проводу заземления, отсоединяется от сети в течение 1 мин;

– категория В: эта категория включает те сети, которые в условиях неисправности функционируют в течение короткого времени с одной заземленной фазой. Это время, согласно IEC 60183, не должно превышать 1 ч. Для кабелей, на которые распространяется настоящий стандарт, допускается более длительное время, в любом случае не превышающее 8 ч. Общая продолжительность замыкания на землю в течение года не должна превышать 125 ч;

– категория С: эта категория включает все сети, которые не подпадают под категорию А или В.

Примечание 2 – Необходимо понимать, что в сетях, в которых при замыкании на землю отсутствует автоматическое и своевременное отключение, возникающие чрезмерные нагрузки на изоляцию кабелей во время замыкания на землю снижают срок службы кабелей в известной мере. Если предполагается, что сеть будет нормально функционировать с систематическим замыканием на землю, то ее рекомендуется классифицировать как относящуюся к категории С.

В таблице 1 перечислены значения U_0, рекомендуемые для кабелей, предназначенных для использования в трехфазных сетях.

Таблица 1 – Рекомендуемые значения номинального напряжения U_0

Наибольшее напряжение сети U_m, кВ	Номинальное напряжение U_0, кВ	
	Категории А и В	Категория С
1,2	0,6	0,6
3,6	1,8	3,6 *
* В эту категорию включены значения 3,6/6 (7,2) кВ для кабелей в соответствии с IEC 60502-2.		

4.2 Материалы для изоляции

Типы материалов для изоляции, на которые распространяется настоящий стандарт, указаны в таблице 2 вместе с их сокращенными обозначениями.

Таблица 2 – Материалы для изоляции

Материал для изоляции	Сокращенное обозначение
a) *Термопластичные материалы:*	
– поливинилхлорид, предназначенный для кабелей на номинальное напряжение $U_0/U \leq 1{,}8/3$ кВ	PVC/A *
b) *Материалы из сшитых полимеров:*	
– этиленпропиленовый каучук или аналогичный материал (EPM или EPDM)	EPR
– высокомодульный или высокосортный этиленпропиленовый каучук	HEPR
– сшитый полиэтилен	XLPE
* Материал для изоляции, в котором основным материалом является поливинилхлорид, предназначенный для кабелей на номинальное напряжение $U_0/U \leq 3{,}6/6$ кВ, обозначают PVC/B в IEC 60502-2.	

Максимальная температура нагрева проводника с изоляцией из различных типов материалов, на которые распространяется настоящий стандарт, приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Максимальная температура нагрева проводника с изоляцией из различных типов материалов

Материал для изоляции	Максимальная температура нагрева проводника, °С	
	Нормальная эксплуатация	Короткое замыкание (продолжительностью не более 5 с)
Поливинилхлорид (PVC/A):		
– проводник с поперечным сечением ≤ 300 мм^2	70	160
– проводник с поперечным сечением > 300 мм^2	70	140
Сшитый полиэтилен (XLPE)	90	250
Этиленпропиленовый каучук (EPR и HEPR)	90	250

Температуры, указанные в таблице 3, основаны на свойствах, присущих изоляционным материалам. При использовании этих значений для расчета номинального тока важно учитывать другие факторы.

Например, если при нормальной эксплуатации кабель проложен непосредственно в грунте и эксплуатируется при непрерывной нагрузке (коэффициент нагрузки 100 %) при максимальной температуре нагрева проводника, указанной в таблице, то в результате процессов осушения термическое удельное сопротивление грунта вокруг кабеля может с течением времени повышаться относительно его первоначального значения. Как следствие, температура проводника может значительно превысить максимальное значение. Если прогнозируются такие условия эксплуатации, то необходимо применять соответствующие меры.

При выборе значений температуры короткого замыкания необходимо руководствоваться IEC 60724.

4.3 Материалы для оболочки

Максимальная температура нагрева проводника с оболочкой из различных типов материалов, на которые распространяется настоящий стандарт, приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Максимальная температура нагрева проводника с оболочкой из различных типов материалов

Материал для оболочки	Сокращенное название	Максимальная температура нагрева проводника при нормальной эксплуатации, °С
a) *Термопластичные материалы:*		
– поливинилхлорид (PVC)	ST_1	80
	ST_2	90
– полиэтилен	ST_3	80
	ST_7	90

Окончание таблицы 4

Материал для оболочки	Сокращенное название	Максимальная температура нагрева проводника при нормальной эксплуатации, °С
– не содержащие галогены	ST_8	90
b) *Эластомерные материалы:*		
– полихлоропрен, хлорсульфированный полиэтилен или аналогичные полимеры	SE_1	85

5 Проводники

Используют проводники либо класса 1, либо класса 2, изготовленные из медной проволоки или отожженной медной проволоки с металлическим покрытием, алюминиевой проволоки или из алюминиевого сплава; или класса 5, изготовленные из медной проволоки или медной проволоки с металлическим покрытием в соответствии с IEC 60228.

6 Изоляция

6.1 Материал

Изоляция должна быть наложена методом экструзии из диэлектрического материала, одного из типов, перечисленных в таблице 2.

Для кабелей, изготовленных из материалов, не содержащих галогены, изоляция должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 23.

6.2 Толщина изоляции

Номинальное значение толщины изоляции установлено в таблицах 5 – 7.

Толщина любого разделительного слоя не должна включаться в толщину изоляции.

Таблица 5 – Номинальное значение толщины изоляции из поливинилхлорида (PVC/A)

Номинальное значение площади поперечного сечения проводника, мм^2	Номинальное значение толщины изоляции, мм, в зависимости от номинального напряжения U_0/U (U_m)	
	0,6/1 (1,2) кВ	1,8/3 (3,6) кВ
1,5 и 2,5	0,8	–
4 и 6	1,0	–
10 и 16	1,0	2,2
25 и 35	1,2	2,2
50 и 70	1,4	2,2
95 и 120	1,6	2,2
150	1,8	2,2
185	2,0	2,2
240	2,2	2,2
300	2,4	2,4
400	2,6	2,6
500 – 800	2,8	2,8
1000	3,0	3,0
Примечание – Не рекомендуется использовать проводники с поперечным сечением, площадь которого меньше значений, приведенных в данной таблице.		

Таблица 6 – Номинальное значение толщины изоляции из сшитого полиэтилена (XLPE)

Номинальное значение площади поперечного сечения проводника, мм^2	Номинальное значение толщины изоляции, мм, в зависимости от номинального напряжения, U_0/U (U_m)	
	0,6/1 (1,2) кВ	1,8/3 (3,6) кВ
1,5 и 2,5	0,7	–
4 и 6	0,7	–
10 и 16	0,7	2,0
25 и 35	0,9	2,0

Окончание таблицы 6

Номинальное значение площади поперечного сечения проводника, мм^2	Номинальное значение толщины изоляции, мм, в зависимости от номинального напряжения, U_0/U (U_m)	
	0,6/1 (1,2) кВ	1,8/3 (3,6) кВ
50	1,0	2,0
70 и 95	1,1	2,0
120	1,2	2,0
150	1,4	2,0
185	1,6	2,0
240	1,7	2,0
300	1,8	2,0
400	2,0	2,0
500	2,2	2,2
630	2,4	2,4
800	2,6	2,6
1000	2,8	2,8
Примечание – Не рекомендуется использовать проводники с поперечным сечением, площадь которого меньше значений, приведенных в данной таблице.		

Таблица 7 – Номинальное значение толщины изоляции из этиленпропиленового каучука (EPR и HEPR)

Номинальное значение площади поперечного сечения проводника, мм^2	Номинальное значение толщины изоляции, мм, в зависимости от номинального напряжения, U_0/U (U_m)			
	0,6/1 (1,2) кВ		1,8/3 (3,6) кВ	
	EPR	HEPR	EPR	HEPR
1,5 и 2,5	1,0	0,7	–	–
4 и 6	1,0	0,7	–	–
10 и 16	1,0	0,7	2,2	2,0
25 и 35	1,2	0,9	2,2	2,0
50	1,4	1,0	2,2	2,0
70	1,4	1,1	2,2	2,0
95	1,6	1,1	2,4	2,0
120	1,6	1,2	2,4	2,0
150	1,8	1,4	2,4	2,0
185	2,0	1,6	2,4	2,0
240	2,2	1,7	2,4	2,0
300	2,4	1,8	2,4	2,0
400	2,6	2,0	2,6	2,0
500	2,8	2,2	2,8	2,2
630	2,8	2,4	2,8	2,4
800	2,8	2,6	2,8	2,6
1000	3,0	2,8	3,0	2,8
Примечание – Не рекомендуется использовать проводники с поперечным сечением, площадь которого меньше значений, приведенных в данной таблице.				

7 Сердечник многожильных кабелей, внутреннее покрытие и заполнитель

Конструкция сердечника многожильных кабелей зависит от номинального напряжения и от того, применяется ли металлический слой для каждой жилы.

Требования 7.1 – 7.3 не применяют к сердечникам одножильных кабелей с оболочкой.

7.1 Внутреннее покрытие и заполнитель

7.1.1 Конструкция

Внутренние покрытия могут быть наложены методом экструзии или уложены с перекрытием.

Для кабелей с круглыми жилами, кроме кабелей с числом жил более пяти, уложенное с перекрытием внутреннее покрытие допускается использовать, только если промежутки между жилами заполнены должным образом.

Допускается применять соответствующее связующее вещество перед нанесением экструдированного внутреннего покрытия.

7.1.2 Материал

Материалы, используемые для внутренних покрытий, и заполнитель должны соответствовать рабочей температуре кабеля и быть совместимыми с материалом изоляции.

Для кабелей, изготовленных из материалов, не содержащих галогены, внутреннее покрытие и заполнитель должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 23.

7.1.3 Толщина внутреннего покрытия, наложенного методом экструзии

Ориентировочное значение толщины внутреннего покрытия, наложенного методом экструзии, может быть взято из таблицы 8.

Таблица 8 – Толщина внутреннего покрытия, наложенного методом экструзии

Расчетное значение диаметра по скрутке жил, мм		Ориентировочное значение толщины внутреннего покрытия, наложенного методом экструзии, мм
Свыше	До и включительно	
–	25	1,0
25	35	1,2
35	45	1,4
45	60	1,6
60	80	1,8
80	–	2,0

7.1.4 Толщина внутренних покрытий, уложенных с перекрытием

Ориентировочное значение толщины внутренних покрытий, уложенных с перекрытием, должно быть 0,4 мм для расчетных значений диаметров по скрутке жил до 40 мм включительно и 0,6 мм для больших значений диаметров.

7.2 Кабели на номинальное напряжение 0,6/1 (1,2) кВ

Кабели на номинальное напряжение 0,6/1 (1,2) кВ могут иметь металлический слой вокруг всех жил.

Примечание – Выбор между кабелями, имеющими металлический слой, и кабелями, не имеющими его, зависит от национальных правил и требований к монтажу для предотвращения возникновения возможных опасностей в результате механического повреждения или прямого электрического контакта.

7.2.1 Кабели, имеющие общий металлический слой (см. раздел 8)

Кабели должны иметь внутреннее покрытие по скрутке жил. Внутреннее покрытие и заполнитель должны соответствовать 7.1.

Однако металлические ленты могут быть наложены непосредственно поверх скрученных жил без внутреннего покрытия при условии, что номинальное значение толщины каждой ленты не превышает 0,3 мм и что готовый кабель выдерживает дополнительное испытание на изгиб, установленное в 18.17.

7.2.2 Кабели, не имеющие общего металлического слоя (см. раздел 8)

Внутреннее покрытие можно не применять при условии, что кабель сохраняет практически круглую форму поперечного сечения и между жилами и оболочкой отсутствует слипание.

Наружная оболочка может проникать в промежутки между жилами, за исключением случаев, когда накладываются термопластические оболочки на круглые жилы с размерами, превышающими 10 мм^2.

Если, тем не менее, внутреннее покрытие применяют, его толщина не должна соответствовать 7.1.3 или 7.1.4.

7.3 Кабели на номинальное напряжение 1,8/3 (3,6) кВ

Кабели на номинальное напряжение 1,8/3 (3,6) кВ должны иметь металлический слой вокруг всех жил или на каждой отдельной жиле.

7.3.1 Кабели, имеющие общий металлический слой (см. раздел 8)

Кабели должны иметь внутреннее покрытие по скрутке жил. Внутреннее покрытие и заполнитель должны соответствовать 7.1 и не должны быть гигроскопичными.

7.3.2 Кабели, имеющие металлический слой на каждой отдельной жиле (см. раздел 9)

Металлические слои на отдельных жилах должны соприкасаться друг с другом.

Кабели с дополнительным общим металлическим слоем (см. раздел 8), выполненным из такого же материала, как и основные металлические слои на каждой отдельной жиле, должны иметь внутреннее покрытие по скрутке жил. Внутреннее покрытие и заполнитель должны соответствовать 7.1 и не должны быть гигроскопичными.

Если основные металлические слои на каждой отдельной жиле и общий металлический слой выполнены из различных материалов, они должны быть отделены экструдированной оболочкой из одного из указанных в 13.2 материалов. Для кабелей со свинцовой оболочкой отделение основных металлических слоев на каждой жиле может быть достигнуто посредством внутреннего покрытия, соответствующего 7.1.

Для кабелей, не имеющих ни оплетки, ни концентрического проводника, ни иного общего металлического слоя (см. раздел 8), внутреннее покрытие можно не применять при условии, что кабель сохраняет практически круглую форму поперечного сечения. Наружная оболочка может проникать в промежутки между жилами, за исключением случаев, когда накладываются термопластические оболочки на круглые жилы с размерами, превышающими 10 мм^2. Если, тем не менее, внутреннее покрытие применяют, его толщина не должна соответствовать 7.1.3 или 7.1.4.

8 Металлические слои для одножильных и многожильных кабелей

В настоящем стандарте рассматриваются следующие типы металлических слоев:

a) металлический экран (см. раздел 9);

b) концентрический проводник (см. раздел 10);

c) свинцовая оболочка (см. раздел 11);

d) металлическая кабельная броня (см. раздел 12).

Металлический (е) слой (и) должен (должны) быть выполнен (ы) в виде одного или нескольких вышеперечисленных типов слоев и должен (должны) быть изготовлен (ы) из немагнитного материала при наложении либо на одножильные кабели, либо на отдельные жилы многожильных кабелей.

9 Металлический экран

9.1 Конструкция

Металлический экран должен состоять из одной или нескольких лент или быть выполнен в виде оплетки или концентрического слоя проволок или в сочетании проволок и ленты (лент).

Металлическим экраном также может быть кабельная оболочка или, для общего экрана, кабельная броня, которые должны соответствовать 9.2.

Для обеспечения не только механической, но и электрической безопасности особое внимание при выборе материала экрана необходимо уделить его устойчивости к коррозии.

Промежутки в экране должны соответствовать требованиям национального законодательства и/или национальных стандартов.

9.2 Требования

Требования к размерам, физическим и электрическим характеристикам металлического экрана должны быть установлены национальным законодательством и/или в национальных стандартах.

10 Концентрический проводник

10.1 Конструкция

Промежутки при наложении концентрического проводника должны соответствовать требованиям национального законодательства и/или национальных стандартов.

Для обеспечения не только механической, но и электрической безопасности особое внимание при выборе материала концентрического проводника необходимо уделить его устойчивости к коррозии.

10.2 Требования

Требования к размерам, физическим характеристикам и электрическому сопротивлению концентрического проводника должны быть установлены национальным законодательством и/или в национальных стандартах.

10.3 Наложение

Если требуется концентрический проводник, его накладывают поверх внутреннего покрытия в многожильных кабелях. В одножильных кабелях его накладывают либо непосредственно на изоляцию, либо на соответствующее внутреннее покрытие.

11 Металлическая оболочка

11.1 Свинцовая оболочка

Оболочка должна быть изготовлена в виде бесшовной (цельнотянутой) трубки из свинца или свинцового сплава и быть плотно наложена.

Номинальную толщину рассчитывают по формуле

$$t_{pb} = 0{,}03D_g + 0{,}7,$$

где t_{pb} – номинальная толщина свинцовой оболочки, мм;

D_g – расчетный диаметр под свинцовой оболочкой, мм (округленный до первого десятичного знака в соответствии с приложением В).

Во всех случаях наименьшее значение номинальной толщины свинцовой оболочки должно быть 1,2 мм. Рассчитанные значения округляют до одного десятичного знака (см. приложение В).

11.2 Другие металлические оболочки

На стадии рассмотрения.

12 Металлическая кабельная броня

12.1 Типы металлической брони

Настоящий стандарт распространяется на следующие типы кабельной брони:

a) кабельная броня из проволоки прямоугольного сечения;

b) кабельная броня из круглой проволоки;

c) кабельная броня из двух лент.

Примечание – Для кабелей на номинальное напряжение 0,6/1 (1,2) кВ с площадью поперечного сечения проводника, не превышающей 6 мм^2, может использоваться кабельная оплетка из оцинкованной стальной проволоки по согласованию между изготовителем и покупателем.

12.2 Материалы

Круглая проволока или проволока прямоугольного сечения должны быть изготовлены из оцинкованной стали, меди или луженой меди, алюминия или алюминиевого сплава.

Ленты должны быть изготовлены из оцинкованной стали, алюминия или алюминиевого сплава. Стальные ленты должны быть изготовлены из стального горячекатаного или холоднокатаного проката обыкновенного качества.

Для обеспечения минимальной электрической проводимости брони, выполненной из стальной проволоки, в нее допускается включать соответствующее количество медных проволок или луженых медных проволок.

Для обеспечения не только механической, но и электрической безопасности особое внимание при выборе материала брони необходимо уделить ее устойчивости к коррозии, особенно если броня используется в качестве экрана.

В одножильных кабелях, применяемых в сетях переменного тока, броня должна быть из немагнитного материала, если конструкцией кабелей не предусмотрено иное.

12.3 Наложение брони

12.3.1 Одножильные кабели

В одножильных кабелях внутреннее покрытие, наложенное методом экструзии или уложенное с перекрытием, толщиной, указанной в 7.1.3 или 7.1.4, должно быть расположено под кабельной броней.

12.3.2 Многожильные кабели

В многожильных кабелях броню накладывают на внутреннее покрытие, соответствующее 7.1; исключение составляют кабели с соответствующим образом наложенными металлическими лентами (см. 7.2.1).

12.3.3 Разделительная оболочка

Если нижележащий металлический слой и броня изготовлены из различных материалов, они должны быть разделены экструдированной оболочкой, выполненной из одного из указанных в 13.2 материалов.

Кабели с разделительной оболочкой из материалов ST_8, не содержащих галогены, должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 23.

Если в кабелях со свинцовой оболочкой применяется броня, то ее накладывают с перекрытием на подушку в соответствии с 12.3.4.

Если применяется разделительная оболочка, ее накладывают под броней вместо внутреннего покрытия или одновременно с ним.

Номинальное значение толщины разделительной оболочки T_s, мм, рассчитывают по формуле

$$T_s = 0{,}02D_u + 0{,}6,$$

где D_u – расчетный диаметр под разделительной оболочкой, мм, рассчитанный, как указано в приложении А.

Полученное по формуле значение округляют с точностью до 0,1 мм (см. приложение В).

В кабелях без свинцовой оболочки номинальная толщина кабельной оболочки должна быть не менее 1,2 мм. Номинальная толщина разделительной оболочки в кабелях, в которых она накладывается непосредственно поверх свинцовой оболочки, должна быть не менее 1,0 мм.

12.3.4 Изоляционная подушка под броней в кабелях со свинцовой оболочкой

В кабелях со свинцовой оболочкой применяют изоляционную подушку, которая должна быть покрыта компаундом. Подушка должна состоять или из пропитанных и компаундированных бумажных лент, или из комбинации двух слоев пропитанных и компаундированных бумажных лент, на которые наносят один или несколько слоев из компаундированного волокнистого материала.

Пропитку материалов подушки осуществляют с использованием битумных или других пропитывающих составов. В случае наложения проволочной брони эти компаунды не должны применяться непосредственно под проволокой.

Вместо пропитанных бумажных лент могут использоваться синтетические ленты.

Между свинцовой оболочкой и броней общая толщина изоляционной подушки после наложения на нее с перекрытием брони должна иметь ориентировочное значение 1,5 мм.

12.4 Размеры брони, выполненной из проволок и из лент

Номинальные размеры брони, выполненной из проволок и из лент, должны соответствовать одному из следующих значений:

– *круглая проволока*: 0,8 – 1,25 – 1,6 – 2,0 – 2,5 – 3,15 мм в диаметре;
– *проволока прямоугольного сечения*: 0,8 мм по толщине;
– *стальные ленты*: 0,2 – 0,5 – 0,8 мм по толщине;
– *ленты из алюминия или алюминиевого сплава*: 0,5 – 0,8 мм по толщине.

12.5 Соотношение между диаметром кабеля и размерами брони

Номинальные значения диаметра круглой проволоки кабельной брони и номинальные значения толщины ленты кабельной брони должны быть не меньше значений, приведенных в таблицах 9 и 10 соответственно.

Таблица 9 – Номинальное значение диаметра круглой проволоки кабельной брони

Расчетное значение диаметра под кабельной броней, мм		Номинальное значение диаметра круглой проволоки кабельной брони, мм
Свыше	До (включительно)	
–	10	0,8
10	15	1,25
15	25	1,6
25	35	2,0
35	60	2,5
60	–	3,15

Таблица 10 – Номинальное значение толщины ленты кабельной брони

Расчетное значение диаметра под кабельной броней, мм		Номинальное значение толщины ленты, мм	
Свыше	До (включительно)	Сталь или оцинкованная сталь	Алюминий или алюминиевый сплав
–	30	0,2	0,5
30	70	0,5	0,5
70	–	0,8	0,8
Примечание – Данная таблица не применяется к кабелям с металлическими лентами, наложенными непосредственно поверх скрученных жил (см. 7.2.1).			

Номинальная толщина стальной проволоки прямоугольного сечения кабельной брони для кабелей с расчетным значением диаметра под броней свыше 15 мм должна быть 0,8 мм. Кабели с расчетным значением диаметра под кабельной броней до 15 мм включительно не должны быть бронированы проволоками прямоугольного сечения.

12.6 Броня, выполненная из круглой проволоки или проволоки прямоугольного сечения

Кабельная броня из проволоки должна быть плотной, т. е. с минимальным зазором между прилегающими проволоками. При необходимости поверх кабельной брони из стальной проволоки прямоугольного сечения и круглой стальной проволоки могут быть уложены по открытой спирали ленты, изготовленные из оцинкованной стали, номинальной толщиной не менее 0,3 мм. Допустимые отклонения для такой стальной ленты должны соответствовать 16.7.3.

12.7 Кабельная броня из двух лент

При использовании ленточной кабельной брони внутреннее покрытие в соответствии с 7.1 упрочняют лентами кабельной подушки. Значение общей толщины внутреннего покрытия с дополнительными лентами кабельной подушки должно соответствовать приведенному в 7.1 плюс 0,5 мм, если толщина ленточной брони составляет 0,2 мм, и плюс 0,8 мм, если толщина ленточной брони составляет более 0,2 мм.

Значение общей толщины внутреннего покрытия с дополнительными лентами кабельной подушки не должно быть меньше установленных значений более чем на 0,2 мм при допустимом отклонении +20 %.

Дополнительная подушка из лент не требуется, если имеется разделительная оболочка или внутреннее покрытие наложено методом экструзии и соответствует требованиям 12.3.3.

Ленточную кабельную броню накладывают спиралеобразно двумя слоями так, чтобы вторая лента находилась приблизительно в центре зазора между витками первой ленты. Зазор между соседними витками каждой ленты не должен превышать 50 % ширины ленты.

13 Наружная оболочка

13.1 Общие положения

Все кабели должны иметь наружную оболочку.

Наружную оболочку, как правило, выполняют черного цвета, но по согласованию между изготовителем и покупателем можно применять и другой цвет оболочки с учетом применимости цвета для конкретных условий, при которых будет использоваться кабель.

Примечание – Стойкость к ультрафиолетовому воздействию находится на стадии рассмотрения.

13.2 Материал

Наружная оболочка должна быть изготовлена из термопластичного материала (поливинилхлорида или полиэтилена) или эластомерного материала (полихлоропрена, хлорсульфинированного полиэтилена или аналогичных полимеров).

В кабелях со свойствами пониженного распространения горения, низким уровнем дымовыделения и газовыделения при горении для оболочки должен использоваться материал, не содержащий галогены. Кабели с наружной оболочкой из материалов ST_8, не содержащих галогены, должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 23.

Материал оболочки должен соответствовать рабочей температуре и требованиям, приведенным в таблице 4.

Для специального назначения, например для защиты от термитов, в материал оболочки могут быть введены химические добавки, при этом они не должны содержать вещества, вредные для людей и/или окружающей среды.

Примечание – Примерами веществ *, рассматриваемых как нежелательные, являются:
– альдрин: 1, 2, 3, 4,10,10-гексахлоро-1, 4, 4a, 5, 8, 8a-гексагидро-1, 4, 5, 8-диметанонафталин;
– дильдрин: 1, 2, 3, 4, 10, 10-гексахлоро-6, 7-эпокси-1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8a-октагидро-1, 4, 5, 8-диметанонафталин;
– линдан: гамма-изомер 1, 2, 3, 4, 5, 6-гексахлоро-циклогексан.

13.3 Толщина оболочки

Если не установлено иное, номинальное значение толщины оболочки t_s, мм, рассчитывают по формуле

$$t_s = 0{,}035D + 1{,}0,$$

где D – расчетный диаметр непосредственно под оболочкой, мм (см. приложение А).

Полученное по формуле значение округляют с точностью до 0,1 мм (см. приложение В).

Номинальная толщина оболочки для одножильных кабелей должна быть не менее 1,4 мм; для многожильных кабелей – не менее 1,8 мм.

14 Условия испытаний

14.1 Температура окружающей среды

Если в методах испытаний не установлено иное, испытания проводят при температуре окружающей среды (20 ± 15) °С.

14.2 Частота и форма сигнала при испытании переменным напряжением

При испытании переменным напряжением частота должна быть в пределах от 49 до 61 Гц. Сигнал должен быть практически синусоидальной формы. Указывают действующие значения напряжения.

14.3 Форма сигнала при испытании импульсным напряжением

В соответствии с IEC 60230 импульсная волна должна иметь действительную длительность фронта от 1 до 5 мкс и номинальную длительность до половины пикового значения напряжения от 40 до 60 мкс; в остальном она должна соответствовать требованиям IEC 60060-1.

15 Стандартные испытания

15.1 Общие положения

Стандартные испытания, как правило, проводят на каждой строительной длине кабеля (см. 3.2.1). Число испытуемых длин может быть уменьшено в соответствии с согласованными процедурами управления качеством.

По настоящему стандарту к обязательным стандартным испытаниям относятся:

a) измерение электрического сопротивления проводников (см. 15.2);

b) испытание напряжением (см. 15.3).

15.2 Электрическое сопротивление проводников

Измерение электрического сопротивления всех проводников, включая концентрический проводник, если таковой имеется, выполняют на каждой представленной для стандартных испытаний строительной длине кабеля.

Строительную длину готового кабеля или образец, взятый из него, до начала испытания размещают в испытательном помещении, температура в котором должна поддерживаться на постоянном уровне в течение не менее чем 12 ч. В случае возникновения сомнений относительно равенства температуры проводника кабеля и температуры в помещении электрическое сопротивление следует измерять после выдержки кабеля в испытательном помещении в течение 24 ч. Электрическое сопротивление также допускается измерять на образце проводника с выдержкой в течение не менее чем 1 ч в жидкостной бане с контролируемой температурой.

---

* Источник: Dangerous properties of industrial materials, N. I. Sax, fifth edition, Van Nostrand Reinhold, ISBN 0-442-27373-8 (Опасные свойства промышленных материалов).

Измеренное значение сопротивления должно быть пересчитано на температуру 20 °С и длину 1 км в соответствии с формулами и коэффициентами, приведенными в IEC 60228.

Значение электрического сопротивления постоянному току каждого проводника при 20 °С не должно превышать соответствующее максимальное значение, установленное в IEC 60228. Значение электрического сопротивления концентрических проводников кабеля должно соответствовать требованиям национального законодательства и/или национальных стандартов.

15.3 Испытание напряжением

15.3.1 Общие положения

Испытание напряжением проводят при температуре окружающей среды одним из двух методов по усмотрению изготовителя: переменным электрическим напряжением промышленной частоты или постоянным напряжением.

15.3.2 Порядок проведения испытания одножильных кабелей

При испытании одножильных экранированных кабелей испытательное напряжение прикладывают в течение 5 мин между проводником и металлическим экраном.

Одножильные неэкранированные кабели погружают в воду комнатной температуры на 1 ч и затем прикладывают испытательное напряжение в течение 5 мин между проводником и водой.

Примечание – Испытание напряжением на проход (испытание импульсным напряжением) одножильных кабелей без металлических слоев находится на стадии рассмотрения.

15.3.3 Порядок проведения испытания многожильных кабелей

При испытании многожильных кабелей с отдельно экранированными жилами испытательное напряжение прикладывают в течение 5 мин между каждым проводником и металлическим слоем.

При испытании многожильных кабелей, не имеющих отдельно экранированных жил, испытательное напряжение прикладывают в течение 5 мин последовательно между каждым изолированным проводником и всеми остальными проводниками и общими металлическими слоями, если они имеются.

Для уменьшения общего времени испытания испытание напряжением выполняют последовательно на соединенных соответствующим образом проводниках при условии обеспечения непрерывного приложения испытательного напряжения в течение не менее чем 5 мин между каждым проводником и всеми другими проводниками и между каждым проводником и металлическими слоями, если они имеются.

Допускается также испытывать трехжильные кабели за одну операцию с использованием трехфазного трансформатора.

15.3.4 Испытательное напряжение

Значение испытательного напряжения промышленной частоты должно составлять $2{,}5U_0 + 2$ кВ. Значения однофазного испытательного напряжения в зависимости от стандартного значения номинального напряжения приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Установленные значения испытательного напряжения

Номинальное переменное напряжение U_0, кВ	0,6	1,8
Испытательное напряжение, кВ	3,5	6,5

При испытании напряжением трехжильных кабелей с применением трехфазного трансформатора испытательное напряжение между фазами должно быть в 1,73 раза больше значений, приведенных в этой таблице.

При испытании постоянным напряжением прикладываемое напряжение должно быть в 2,4 раза выше испытательного напряжения промышленной частоты.

Во всех случаях испытательное напряжение повышают постепенно до установленного значения.

15.3.5 Требование

Не должен происходить пробой изоляции.

16 Выборочные испытания

16.1 Общие положения

По настоящему стандарту к обязательным выборочным испытаниям относятся:

а) проверка проводника (см. 16.4);

b) проверка размеров (см. 16.5 – 16.8);

c) испытание изоляции из этиленпропиленового каучука (EPR), высокомодульного или высокосортного этиленпропиленового каучука (HEPR), изоляции из сшитого полиэтилена (XLPE) и эластомерных оболочек на тепловую деформацию (см. 16.9).

16.2 Число образцов для испытаний

16.2.1 Проверка проводника и проверка размеров

Проверка проводника, измерение толщины изоляции и оболочки и измерение наружного диаметра кабеля выполняют на одной строительной длине, отобранной от каждой изготовленной партии одного типа и с одинаковой площадью поперечного сечения кабеля, но не более 10 % от общего числа строительных длин, указанного в любом договоре.

16.2.2 Физические испытания

Физические испытания проводят на образцах, взятых из готовых кабелей в соответствии с согласованными процедурами управления качеством. При отсутствии таких сведений в договоре и если указанная в нем общая длина превышает 2 км для многожильных кабелей или 4 км для одножильных кабелей, испытания проводят, исходя из данных таблицы 12.

Таблица 12 – Число образцов для выборочных испытаний

Длина кабеля, км				Количество образцов
Многожильные кабели		Одножильные кабели		
Более	До (включительно)	Более	До (включительно)	
2	10	4	20	1
10	20	20	40	2
20	30	40	60	3
и т. д.	и т. д.	и т. д.	и т. д.	и т. д.

16.3 Воспроизводимость результатов испытаний

Если какой-либо образец не выдерживает хотя бы одно испытание по разделу 16, проводят повторное испытание по тому показателю, по которому были получены неудовлетворительные результаты, на двух дополнительных образцах, взятых из той же партии. Если оба дополнительных образца выдерживают испытания, то все кабели в партии, из которой они были взяты, следует рассматривать как соответствующие требованиям настоящего стандарта. Если какой-либо дополнительный образец не выдерживает испытания, то партию, из которой были взяты образцы, следует рассматривать как не соответствующую требованиям настоящего стандарта.

16.4 Проверка проводника

Проверку соответствия конструкции проводника требованиям IEC 60228 проводят внешним осмотром и измерениями, когда это применимо.

16.5 Измерение толщины изоляции и неметаллических оболочек (включая разделительные оболочки, наложенные методом экструзии, но исключая экструдированное внутреннее покрытие)

16.5.1 Общие положения

Метод испытания должен соответствовать IEC 60811-1-1 (раздел 8).

Каждый образец для испытаний должен представлять собой отрезки, отрезанные с одного конца кабеля, при необходимости, с участком, наиболее подверженным повреждению.

Для кабелей, имеющих более трех жил с одинаковой номинальной площадью поперечного сечения проводника, измерение выполняют либо на 10 % жил, либо на трех жилах, в зависимости от того, что больше.

16.5.2 Требования к изоляции

Для каждого отрезка жилы среднее арифметическое измеренных значений толщины изоляции, округленное с точностью до 0,1 мм в соответствии с приложением B, должно быть не меньше номинального значения, а наименьшее измеренное значение не должно быть менее 90 % номинального значения толщины изоляции больше чем на 0,1 мм, т. е.:

$$t_m \geq 0{,}9t_n - 0{,}1,$$

где t_m – минимальная толщина изоляции, мм;

t_n – номинальное значение толщины изоляции, мм.

16.5.3 Требования к неметаллическим оболочкам

Минимальная толщина неметаллической оболочки не должна быть менее 80 % номинального значения больше чем на 0,2 мм, т. е:

$$t_m \geq 0{,}8t_n - 0{,}2.$$

16.6 Измерение толщины свинцовой оболочки

Минимальное значение толщины свинцовой оболочки определяют одним из нижеследующих методов по усмотрению изготовителя, но при этом значение не должно быть менее 95 % номинального значения больше чем на 0,1 мм, т. е.

$$t_m \geq 0{,}95t_n - 0{,}1.$$

16.6.1 Метод удаления верхних слоев

Измерение выполняют с использованием микрометра с плоскими измерительными поверхностями диаметром от 4 до 8 мм с точностью ±0,01 мм.

Измерение выполняют на испытательном образце оболочки длиной приблизительно 50 мм, предварительно снятом с готового кабеля. Образец разрезают в продольном направлении и осторожно распрямляют. После зачистки образца измеряют толщину оболочки, выполняя достаточное число измерений в точках, расположенных по окружности оболочки на расстоянии не менее 10 мм от края распрямленного образца, для определения минимального значения.

16.6.2 Кольцевой метод

Измерение выполняют с использованием микрометра с одной плоской губкой и одной сферической губкой либо микрометра с одной плоской губкой и плоской губкой прямоугольной формы шириной 0,8 мм и длиной 2,4 мм. Сферическую губку или плоскую губку прямоугольной формы прикладывают к внутренней части кольца. Точность микрометра должна составлять ±0,01 мм.

Измерения следует выполнять на кольце оболочки, осторожно отрезанном от образца. Определяют минимальное значение толщины оболочки, выполняя достаточное число измерений в точках, расположенных по окружности кольца.

16.7 Измерение размеров брони, выполненной из проволок и из лент

16.7.1 Измерения на проволоках

Диаметр круглой проволоки и толщину проволоки прямоугольного сечения измеряют микрометром с двумя плоскими губками с точностью ±0,01 мм. Для круглой проволоки выполняют два измерения диаметра перпендикулярно друг другу в одном сечении и определяют среднее арифметическое этих двух значений.

16.7.2 Измерения на лентах

Измерение выполняют с помощью микрометра с двумя плоскими губками диаметром приблизительно 5 мм с точностью ±0,01 мм. Измерение лент шириной до 40 мм выполняют в середине ширины ленты. Измерение широких лент выполняют на расстоянии 20 мм от каждой кромки ленты и за ширину принимают среднее арифметическое результатов.

16.7.3 Требования

Размеры брони, выполненной из проволоки и из лент, должны быть не меньше номинальных значений, приведенных в 12.5, больше чем на:

– 5 % для круглой проволоки;

– 8 % для проволоки прямоугольного сечения;

– 10 % для лент.

16.8 Измерение наружного диаметра

Если в качестве выборочного испытания требуется измерение наружного диаметра кабеля, его следует выполнять в соответствии с IEC 60811-1-1 (раздел 8).

16.9 Испытание изоляции из этиленпропиленового каучука (EPR), высокомодульного или высокосортного этиленпропиленового каучука (HEPR), изоляции из сшитого полиэтилена (XLPE) и эластомерных оболочек на тепловую деформацию

16.9.1 Порядок проведения испытания

Отбор образцов и проведение испытания осуществляют в соответствии с IEC 60811-2-1 (раздел 9), пользуясь данными, приведенными в таблицах 17 и 22.

16.9.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 17 для изоляции из этиленпропиленового каучука (EPR), высокомодульного или высокосортного этиленпропиленового каучука (HEPR), изоляции из сшитого полиэтилена (XLPE) и в таблице 22 для эластомерных оболочек (SE_1).

17 Электрические испытания типа

Образец готового кабеля длиной от 10 до 15 м подвергают испытаниям в следующей последовательности:

a) измерение сопротивления изоляции при температуре окружающей среды (см. 17.1);

b) измерение сопротивления изоляции при максимальной температуре нагрева проводника при нормальной эксплуатации (см. 17.2);

c) испытание напряжением в течение 4 ч (см. 17.3).

Кабели на номинальное напряжение 1,8/3 (3,6) кВ дополнительно подвергают испытанию импульсным напряжением на отдельном образце готового кабеля длиной от 10 до 15 м (см. 17.4).

Испытания должны проводиться не более чем на трех жилах.

17.1 Измерение сопротивления изоляции при температуре окружающей среды

17.1.1 Порядок проведения испытания

Данное испытание проводят на строительной длине до проведения какого-либо другого электрического испытания.

Перед испытанием удаляют все наружные покрытия и выдерживают изолированные токопроводящие жилы в воде, имеющей температуру, равную температуре окружающей среды, не меньше 1 ч.

Испытательное напряжение постоянного тока от 80 до 500 В прикладывают в течение времени, достаточного для получения стабильных результатов измерения, но в любом случае продолжительность приложения испытательного напряжения должна быть не менее 1 и не более 5 мин.

Измерение выполняют между каждым проводником и водой.

Если требуется, измерение может быть подтверждено при температуре (20 ± 1) °С.

17.1.2 Расчет

Удельное объемное электрическое сопротивление рассчитывают исходя из измеренного значения сопротивления изоляции по формуле

$$\rho = \frac{2 \cdot \pi \cdot l \cdot R}{\ln\left(\frac{D}{d}\right)},$$

где ρ – удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см;

R – измеренное значение сопротивления изоляции, Ом;

l – длина кабеля, см;

D – наружный диаметр по изоляции, мм;

d – внутренний диаметр изоляции, мм.

Постоянную сопротивления изоляции K_i, МОм·км, можно рассчитать по формуле

$$K_i = \frac{l \cdot R \cdot 10^{-11}}{\lg\left(\frac{D}{d}\right)} = 0{,}367 \cdot 10^{-11} \cdot \rho.$$

Примечание – Для проводников с фасонными жилами отношением D/d является отношение периметра по изоляции к периметру по проводнику.

17.1.3 Требования

Значения, вычисленные на основании измерений, должны быть не меньше значений, установленных в таблице 13.

17.2 Измерение сопротивления изоляции при максимальной температуре нагрева проводника

17.2.1 Порядок проведения испытания

Перед испытанием жилы образца кабеля выдерживают в воде, имеющей температуру, равную максимальной температуре нагрева проводника при нормальной эксплуатации с предельными отклонениями ±2 °С, не меньше 1 ч.

Испытательное напряжение постоянного тока от 80 до 500 В прикладывают в течение времени, достаточного для получения стабильных результатов измерения, но в любом случае продолжительность приложения испытательного напряжения должна быть не менее 1 и не более 5 мин.

Измерение выполняют между каждым проводником и водой.

17.2.2 Расчет

Удельное объемное электрическое сопротивление и/или постоянную сопротивления изоляции рассчитывают исходя из измеренного значения сопротивления изоляции по формулам, приведенным в 17.1.2.

17.2.3 Требования

Значения, вычисленные на основании измерений, должны быть не меньше значений, установленных в таблице 13.

17.3 Испытание напряжением в течение 4 ч

17.3.1 Порядок проведения испытания

Перед испытанием жилы образца кабеля выдерживают в воде, имеющей температуру, равную температуре окружающей среды, не меньше 1 ч.

Затем прикладывают плавно возрастающее испытательное напряжение промышленной частоты до значения, равного $4U_0$, между каждой жилой и водой и непрерывно поддерживают его в течение 4 ч.

17.3.2 Требования

Не должен происходить пробой изоляции.

17.4 Испытание кабелей на номинальное напряжение 1,8/3 (3,6) кВ импульсным напряжением

17.4.1 Порядок проведения испытания

Данное испытание проводят на образце проводника при температуре на 5 °С – 10 °С выше максимальной температуры нагрева проводника при нормальной эксплуатации.

Импульсное напряжение, пиковое значение которого должно составлять 40 кВ, прикладывают в соответствии с методикой, приведенной в IEC 60230.

При испытании многожильных кабелей, не имеющих отдельно экранированных жил, каждую серию импульсов прикладывают по очереди между каждым фазным проводником и всеми остальными проводниками, соединенными вместе и землей.

17.4.2 Требования

После воздействия 10 положительных и 10 отрицательных импульсов напряжения не должен происходить пробой изоляции ни на одной жиле кабеля.

18 Неэлектрические испытания типа

Неэлектрические испытания типа, которые необходимо проводить в соответствии с настоящим стандартом, приведены в таблице 14.

18.1 Измерение толщины изоляции

18.1.1 Отбор образцов

От каждой изолированной жилы кабеля отбирают по одному образцу.

Для кабелей, имеющих более трех жил с одинаковой номинальной площадью поперечного сечения проводника, измерение выполняют либо на 10 % жил, либо на трех жилах, в зависимости от того, что больше.

18.1.2 Порядок проведения испытания

Измерения выполняют, как описано в IEC 60811-1-1 (подраздел 8.1).

18.1.3 Требования

См. 16.5.2.

18.2 Измерение толщины неметаллических оболочек (включая разделительные оболочки, наложенные методом экструзии, но исключая экструдированное внутреннее покрытие)

18.2.1 Отбор образцов

Отбирают один образец кабеля.

18.2.2 Порядок проведения испытания

Измерения выполняют, как описано в IEC 60811-1-1 (подраздел 8.2).

18.2.3 Требования

См. 16.5.3.

18.3 Испытания по определению механических свойств изоляции до и после старения

18.3.1 Отбор образцов

Отбор образцов и подготовку испытательных образцов проводят, как описано в IEC 60811-1-1 (подраздел 9.1).

18.3.2 Старение образцов

Старение образцов проводят, как описано в IEC 60811-1-2 (подраздел 8.1), при условиях, установленных в таблице 15.

Старение в присутствии медного проводника и последующие испытания на растяжение и изгиб по таблице 15 применяют только к кабелям на номинальное напряжение 0,6/1 (1,2) кВ. Испытание на изгиб проводят только на тех кабелях, изоляция которых не может быть подвергнута испытанию на растяжение.

Примечание – Проведение испытаний на растяжение и изгиб после старения в присутствии медного проводника носит рекомендательный характер. Из-за недостаточности информации эти испытания не являются обязательными, но они могут быть проведены по согласованию между покупателем и изготовителем.

18.3.3 Кондиционирование и механические испытания

Кондиционирование и механические испытания проводят, как описано в IEC 60811-1-1 (подраздел 9.1).

18.3.4 Требования

Результаты испытаний образцов до и после старения должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 15.

18.4 Испытания по определению механических свойств неметаллических оболочек до и после старения

18.4.1 Отбор образцов

Отбор образцов и подготовку испытательных образцов проводят, как описано в IEC 60811-1-1 (подраздел 9.2).

18.4.2 Старение образцов

Старение образцов поводят, как описано в IEC 60811-1-2 (подраздел 8.1), при условиях, установленных в таблице 18.

18.4.3 Кондиционирование и механические испытания

Кондиционирование и контроль механических свойств должны выполняться, как описано в IEC 60811-1-1 (подраздел 9.2).

18.4.4 Требования

Результаты испытаний испытательных образцов до и после старения должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 18.

18.5 Дополнительное испытание на старение на отрезках готовых кабелей

18.5.1 Общие положения

Данное испытание предназначено для проверки стойкости изоляции и неметаллических оболочек к разрушению при эксплуатации вследствие их контакта с другими элементами кабеля.

Испытание применимо для кабелей всех типов.

18.5.2 Отбор образцов

Образцы отбирают от готового кабеля, как описано в IEC 60811-1-2 (пункт 8.1.4).

18.5.3 Старение

Старение образцов кабеля проводят в сушильном шкафу, как описано в IEC 60811-1-2 (пункт 8.1.4), при следующих условиях:

– температура: на (10 ± 2) °С выше максимальной температуры нагрева проводника кабеля при нормальной эксплуатации (см. таблицу 15);

– продолжительность: (7 × 24) ч.

18.5.4 Механические испытания

После старения образцов кабеля подготавливают испытательные образцы изоляции и наружной оболочки и проводят механические испытания, как описано в IEC 60811-1-2 (пункт 8.1.4).

18.5.5 Требования

При испытании на старение в сушильном шкафу отклонения медианных значений предела прочности при разрыве и относительного удлинения при разрыве после старения образцов от соответствующих значений, полученных до старения (см. 18.3 и 18.4), не должны превышать значения, установленные в таблице 15 для изоляции и в таблице 18 для неметаллических оболочек.

18.6 Испытание на потерю массы для оболочек из поливинилхлорида типа ST_2

18.6.1 Порядок проведения испытания

Отбор образцов и порядок проведения испытания должны соответствовать IEC 60811-3-2 (подраздел 8.2).

18.6.2 Требования

Результаты испытаний должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 19.

18.7 Испытание давлением при высокой температуре для изоляции и неметаллических оболочек

18.7.1 Порядок проведения испытания

Испытание давлением при высокой температуре проводят в соответствии с IEC 60811-3-1 (раздел 8) при условиях испытаний, приведенных в методе испытания и в таблицах 16 и 20.

18.7.2 Требования

Результаты испытаний должны соответствовать требованиям, приведенным в IEC 60811-3-1 (раздел 8).

18.8 Испытание изоляции и оболочки из поливинилхлорида и оболочки, не содержащей галогены, при низких температурах

18.8.1 Порядок проведения испытания

Отбор образцов и порядок проведения испытания должны соответствовать IEC 60811-1-4 (раздел 8) при температуре, установленной в таблицах 16, 19 и 21.

18.8.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям, приведенным в IEC 6081-1-4 (раздел 8).

18.9 Испытание на стойкость изоляции и оболочки из поливинилхлорида к растрескиванию (испытание на тепловой удар)

18.9.1 Порядок проведения испытания

Отбор образцов и порядок проведения испытания должны соответствовать IEC 60811-3-1 (раздел 9), температура и продолжительность испытания – таблицам 16 и 19.

18.9.2 Требования

Результаты испытаний должны соответствовать требованиям, приведенным в IEC 60811-3-1 (раздел 9).

18.10 Испытание на озоностойкость изоляции, выполненной из этиленпропиленового материала (EPR и HEPR)

18.10.1 Порядок проведения испытания

Отбор образцов и порядок проведения испытания должны соответствовать IEC 60811-2-1 (раздел 8). Концентрация озона и продолжительность испытания должны соответствовать таблице 17.

18.10.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям, приведенным в IEC 60811-2-1 (раздел 8).

18.11 Испытание на тепловую деформацию для изоляции, выполненной из этиленпропиленового материала (EPR и HEPR) и сшитого полиэтилена (XLPE), и эластомерных оболочек

Отбор образцов и испытания проводят в соответствии с 16.9, все требования должны выполняться.

18.12 Испытание на маслостойкость для эластомерных оболочек

18.12.1 Порядок проведения испытания

Отбор образцов и порядок проведения испытания должны соответствовать IEC 60811-2-1 (раздел 10) при условиях, приведенных в таблице 22.

18.12.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 22.

18.13 Испытание изоляции на водопоглощение

18.13.1 Порядок проведения испытания

Отбор образцов и порядок проведения испытания должны соответствовать IEC 60811-1-3 (подраздел 9.1 или 9.2) при условиях, установленных в таблице 16 или 17 соответственно.

18.13.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям, установленным в IEC 60811-1-3 (подраздел 9.1) или таблице 17 соответственно.

18.14 Испытания на огнестойкость

18.14.1 Испытание по определению предела распространения горения одиночным кабелем

Данное испытание проводят на кабелях с наружной оболочкой из материала типа ST_1, ST_2 или SE_1 только тогда, когда это специально установлено.

Метод испытания и требования должны соответствовать установленным в IEC 60332-1-1 и IEC 60332-1-2.

18.14.2 Испытание по определению предела распространения горения пучком кабелей

Данное испытание проводят на кабелях с защитными покровами из материала ST_8, не содержащего галогены.

Метод испытания и требования должны соответствовать установленным в IEC 60332-3-24.

18.14.3 Испытание по определению дымовыделения

Данное испытание проводят на кабелях с наружной оболочкой из материала ST_8, не содержащего галогены.

Метод испытания и требования должны соответствовать установленным в IEC 61034-2.

18.14.4 Испытание по определению количества выделяемого кислотного газа

Данное испытание проводят на неметаллических элементах защитных покровов кабелей из материала ST_8, не содержащего галогены.

18.14.4.1 Порядок проведения испытания

Метод испытания должен соответствовать установленному в IEC 60754-1.

18.14.4.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям таблицы 23.

18.14.5 Испытание по определению значения pH и удельной электрической проводимости

Данное испытание проводят на неметаллических элементах защитных покровов кабелей из материала ST_8, не содержащего галогены.

18.14.5.1 Порядок проведения испытания

Метод испытания должен соответствовать установленному в IEC 60754-2.

18.14.5.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям таблицы 23.

18.14.6 Испытание по определению содержания фтора

Данное испытание проводят на неметаллических элементах защитных покровов кабелей из материала ST_8, не содержащего галогены.

18.14.6.1 Порядок проведения испытания

Метод испытания должен соответствовать установленному в IEC 60684-2.

18.14.6.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям таблицы 23.

18.14.7 Испытание по определению токсичности

На стадии рассмотрения.

Примечание – Метод испытания разрабатывается Международной электротехнической комиссией.

18.15 Измерение содержания сажи в наружной оболочке из полиэтилена (PE) черного цвета

18.15.1 Порядок проведения испытания

Отбор образцов и порядок проведения испытания должны соответствовать IEC 60811-4-1 (раздел 11).

18.15.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям таблицы 20.

18.16 Испытание на усадку изоляции из сшитого полиэтилена (XLPE)

18.16.1 Порядок проведения испытания

Отбор образцов и порядок проведения испытания должны соответствовать IEC 60811-1-3 (раздел 10) при условиях, установленных в таблице 17.

18.16.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям таблицы 17.

18.17 Дополнительное испытание на изгиб

Данное испытание проводят на многожильных кабелях на номинальное напряжение 0,6/1 (1,2) кВ, имеющих общий металлический слой в виде металлических лент, наложенных непосредственно поверх собранных жил без внутреннего покрытия.

18.17.1 Порядок проведения испытания

Образец изгибают вокруг испытательного цилиндра (например, ступицы барабана) при температуре окружающей среды, выполняя не менее одного полного оборота. Диаметр цилиндра должен быть $7D \pm 5$ %, где D – действительный наружный диаметр образца кабеля. Затем кабель разматывают и повторяют процесс, изгибая образец в обратном направлении.

Цикл операций проводят три раза. Затем образец, оставленный в состоянии изгиба вокруг цилиндра, помещают в сушильный шкаф, нагретый до максимальной температуры нагрева проводника при нормальной эксплуатации кабеля, на 24 ч.

После охлаждения кабеля в изогнутом состоянии его испытывают напряжением в соответствии с 15.3.

18.17.2 Требования

Не должен происходить пробой, и на наружной оболочке не должно быть растрескиваний.

18.18 Определение твердости изоляции из этиленпропиленового материала (HEPR)

18.18.1 Порядок проведения испытания

Отбор образцов и порядок проведения испытания должны соответствовать приложению С.

18.18.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям таблицы 17.

18.19 Определение модуля упругости изоляции из этиленпропиленового материала (HEPR)

18.19.1 Порядок проведения испытания

Отбор образцов, подготовка испытательных образцов и порядок проведения испытания должны соответствовать IEC 60811-1-1 (раздел 9).

Измеряют нагрузку, требуемую для получения 150%-ного удлинения. Соответствующие значения механического напряжения вычисляют путем деления измеренной нагрузки на площадь поперечного сечения нерастянутых испытательных образцов. Определяют соотношения между значениями механического напряжения и деформации для получения модулей упругости при 150%-ном удлинении.

Значение модуля упругости соответствует медианному значению.

18.19.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям таблицы 17.

18.20 Испытание на усадку полиэтиленовой наружной оболочки

18.20.1 Порядок поведения испытания

Отбор образцов и порядок проведения испытания должны соответствовать IEC 60811-1-3 (раздел 1) при условиях, установленных в таблице 20.

18.20.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям таблицы 20.

Примечание – Метод испытания для наружных оболочек, не содержащих галогены, находится на стадии рассмотрения.

18.21 Дополнительные механические испытания для наружной оболочки, не содержащей галогены

Испытания предназначены для проверки стойкости наружной оболочки, не содержащей галогены, к разрушению при монтаже и эксплуатации.

Примечание – Испытания на истирание, на стойкость к разрыву и на тепловой удар находятся на стадии рассмотрения.

18.22 Испытание на водопоглощение для наружной оболочки, не содержащей галогены

18.22.1 Порядок проведения испытания

Отбор образцов и порядок проведения испытания должны соответствовать IEC 60811-1-3 (подраздел 9.2) при условиях, установленных в таблице 21.

18.22.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям таблицы 21.

19 Электрические испытания после монтажа

Данные испытания проводят при необходимости после полного монтажа кабеля с кабельной арматурой.

Напряжение постоянного тока, равное $4U_0$, прикладывают в течение 15 мин.

Примечание – После проведения ремонтных работ проводят электрические испытания, как и после монтажа. Вышеуказанное испытание применимо только для недавно смонтированных кабелей.

Таблица 13 – Требования к характеристикам материала для изоляции при проведении электрических испытаний типа

Обозначение материала (см. 4.2)	Единица измерения	PVC/A	EPR/ HEPR	XLPE
Максимальная температура нагрева проводника при нормальной эксплуатации (см. 4.2)	°C	70	90	90
Удельное объемное электрическое сопротивление ρ:				
– при 20 °C (см. 17.1)	Ом·см	10^{13}	–	–
– при максимальной температуре нагрева проводника при нормальной эксплуатации (см. 17.2)	Ом·см	10^{10}	10^{12}	10^{12}
Постоянная сопротивления изоляции K_i:				
– при 20 °C (см. 18.2.1)	МОм·км	36,7	–	–
– при максимальной температуре нагрева проводника при нормальной эксплуатации (см. 17.2)	МОм·км	0,037	3,67	3,67

Таблица 14 – Неэлектрические испытания типа (см. таблицы 15 – 23)

Обозначение материала (см. 4.2 и 4.3)	Изоляция				Оболочка					
	PVC/A	EPR	HEPR	XLPE	PVC		PE			
					ST_1	ST_2	ST_3	ST_7	ST_8	SE_1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Размеры:										
Измерение толщины	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Механические свойства (прочность при разрыве и относительное удлинение при разрыве):										
До старения	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
После старения в сушильном шкафу	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
После старения образцов готового кабеля	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
После испытания с погружением в горячее масло	–	–	–	–	–	–	–	–	–	x

Окончание таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Термопластические свойства:										
Испытание давлением при высокой температуре (измерение глубины вдавливания)	x	–	–	–	x	x	–	x	x	–
Проверка характеристик при низкой температуре	x	–	–	–	x	x	–	–	x	–
Разное:										
Испытание на потерю массы в сушильном шкафу	–	–	–	–	–	x	–	–	–	–
Испытание на тепловой удар (испытание на стойкость к растрескиванию)	x	–	–	–	x	x	–	–	–	–
Испытание на озоностойкость	–	x	x	–	–	–	–	–	–	–
Испытание на тепловую деформацию	–	x	x	x	–	–	–	–	–	x
Испытание на водопоглощение	x	x	x	x	–	–	–	–	x	–
Испытание на усадку	–	–	–	x	–	–	x	x	[c]	–
Определение содержания сажи [a]	–	–	–	–	–	–	x	x	–	–
Определение твердости	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–
Определение модуля упругости	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–
Испытания на огнестойкость:										
Определение предела распространения горения одиночным кабелем (при необходимости)	–	–	–	–	x	x	–	–	–	x
Определение предела распространения горения пучком кабелей	–	–	–	–	–	–	–	–	x	–
Испытание кабелей на дымовыделение	–	–	–	–	–	–	–	–	x	–
Определение количества выделяемых газов галогенных кислот	–	[b]	[b]	[b]	–	–	–	–	x	–
Определение значения pH и удельной электрической проводимости	–	[b]	[b]	[b]	–	–	–	–	x	–
Определение содержания фтора	–	[b]	[b]	[b]	–	–	–	–	x	–

Примечание – Знак «x» обозначает, что должно проводиться испытание типа.

[a] Только для оболочек черного цвета.

[b] Испытание проводят только для изоляции из EPR, HEPR и XLPE и если указано, что кабель не содержит галогены.

[c] На стадии рассмотрения.

Таблица 15 – Требования к испытаниям по определению механических характеристик материалов для изоляции (до и после старения)

Обозначение материала (см. 4.2)	Единица измерения	PVC/A	EPR		HEPR		XLPE	
			Кабели на номинальное напряжение 0,6/1(1,2) кВ с медными проводниками	Все остальные кабели	Кабели на номинальное напряжение 0,6/1(1,2) кВ с медными проводниками	Все остальные кабели	Кабели на номинальное напряжение 0,6/1(1,2) кВ с медными проводниками	Все остальные кабели
Максимальная температура нагрева проводника при нормальной эксплуатации (см. 4.2)	°C	70	90	90	90	90	90	90
1	2	3	4	5	6	7	8	9
До старения (IEC 60811-1-1, подраздел 9.1):								
Прочность при разрыве, не менее	$Н/мм^2$	12,5	4,2	4,2	8,5	8,5	12,5	12,5
Относительное удлинение при разрыве, не менее	%	150	200	200	200	200	200	200
После старения в сушильном шкафу (IEC 60811-1-2, подраздел 8.1):								
После старения без проводника								
Условия испытаний:								
– температура	°C	100	135	135	135	135	135	135
– допустимое отклонение	°C	±2	±3	±3	±3	±3	±3	±3
– продолжительность	ч	168	168	168	168	168	168	168
Прочность при разрыве:								
a) значение после старения, не менее	$Н/мм^2$	12,5	–	–	–	–	–	–
b) изменение [a], не более	%	±25	±30	±30	±30	±30	±25	±25
Относительное удлинение при разрыве:								
a) значение после старения, не менее	%	150	–	–	–	–	–	–
b) изменение [a], не более	%	±25	±30	±30	±30	±30	±25	±25

Окончание таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Прочность при разрыве:								
Изменение [a], не более	%	–	±30	–	±30	–	±30	–
Относительное удлинение при разрыве:								
Изменение [a], не более	%	–	±30	–	±30	–	±30	–
После старения с медным проводником с последующим испытанием на изгиб (только если не проводится испытание на растяжение) [b]								
Условия испытаний:								
– температура	°C	–	150	–	150	–	150	–
– допустимое отклонение	°C	–	±3	–	±3	–	±3	–
– продолжительность	ч	–	240	–	240	–	240	–
Признание результатов испытаний		–	Отсутствие трещин	–	Отсутствие трещин	–	Отсутствие трещин	–

[a] Изменение – разность между медианным значением, полученным после старения, и медианным значением, полученным до старения, выраженная в процентах последнего.
[b] См. 18.3.2.

Таблица 16 – Требования к дополнительным испытаниям по определению характеристик материалов для изоляции из PVC

Обозначение материала (см. 4.2)	Единица измерения	PVC/A
Применение материала из PVC		Изоляция
Испытание давлением при высокой температуре (IEC 60811-3-1, раздел 8)		
– температура (допустимое отклонение ±2 °C)	°C	80
Проверка характеристик при низкой температуре [a] (IEC 60811-1-4, раздел 8)		
Испытание без предварительного старения:		
– испытание на изгиб при низкой температуре изолированных жил наружным диаметром не более 12,5 мм		
– температура (допустимое отклонение ±2 °C)	°C	−15
Испытание на удлинение при низкой температуре на образцах в виде двусторонних лопаток:		
– температура (допустимое отклонение ±2 °C)	°C	−15
Испытание на удар при низкой температуре:		
– температура (допустимое отклонение ±2 °C)	°C	–
Испытание на тепловой удар (IEC 60811-3-1, раздел 9)		
Условия испытаний:		
– температура (допустимое отклонение ±3 °C)	°C	150
– продолжительность	ч	1

Окончание таблицы 16

Обозначение материала (см. 4.2)	Единица измерения	PVC/A
Применение материала из PVC		Изоляция
Испытание на водопоглощение (IEC 60811-1-3, подраздел 9.1) Электрический метод: Условия испытаний: – температура (допустимое отклонение ±2 °C) – продолжительность	 °C ч	 70 240
[a] В национальных стандартах могут быть установлены более низкие температуры, обусловленные климатическими условиями.		

Таблица 17 – Требования к дополнительным испытаниям по определению характеристик материалов для изоляции из сшитых полимеров разных типов

Обозначение материала (см. 4.2)	Единица измерения	EPR	HEPR	XLPE
Испытание на озоностойкость (IEC 60811-2-1, раздел 8) Концентрация озона (по объему) Продолжительность испытания без трещин	 % ч	 0,025 – 0,030 24	 0,025 – 0,030 24	 – –
Испытание на тепловую деформацию (IEC 60811-2-1, раздел 9) Условия испытаний: – температура воздуха (допустимое отклонение ±3 °C) – время под нагрузкой – механическое усилие Максимальное удлинение под действием груза Максимальное значение остаточного удлинения после охлаждения	 °C мин Н/см^2 % %	 250 15 20 175 15	 250 15 20 175 15	 200 15 20 175 15
Испытание на водопоглощение (IEC 60811-1-3, подраздел 9.2) Гравиметрический метод: Условия испытаний: – температура (допустимое отклонение ±2 °C) – продолжительность Максимальное увеличение массы	 °C ч мг/см^2	 85 336 5	 85 336 5	 85 336 1 [a]
Испытание на усадку (IEC 60811-1-3, раздел 10) Расстояние *L* между контрольными отметками Условия испытаний: – температура (допустимое отклонение ±3 °C) – продолжительность Усадка, не более	 мм °C ч %	 – – – –	 – – – –	 200 130 1 4
Определение твердости (см. приложение C) IRHD [b], не менее		 –	 80	 –
Определение модуля упругости (см. 18.19) Модуль упругости при 150%-ном удлинении, не менее	 Н/мм^2	 –	 4,5	 –
[a] Увеличение массы свыше 1 мг/см^2 рассматривается для материала XLPE плотностью более 1 г/см^3. [b] IRHD – международные единицы твердости резины.				

Таблица 18 – Требования к испытаниям по определению механических характеристик материалов для оболочки (до и после старения)

Обозначение материала (см. 4.3)	Единица измерения	ST_1	ST_2	ST_3	ST_7	ST_8	SE_1
Максимальная температура нагрева проводника при нормальной эксплуатации (см. 4.3)	°C	80	90	80	90	90	85
До старения (IEC 60811-1-1, подраздел 9.2)							
Прочность при разрыве, не менее	Н/мм^2	12,5	12,5	10,0	12,5	9,0	10,0
Относительное удлинение при разрыве, не менее	%	150	150	300	300	125	300
После старения в сушильном шкафу (IEC 60811-1-2, подраздел 8.1)							
Условия испытаний:							
– температура (допустимое значение ±2 °C)	°C	100	100	100	110	300	100
– продолжительность	ч	168	168	240	240	168	168
Прочность при разрыве:							
a) значение после старения, не менее	Н/мм^2	12,5	12,5	–	–	9,0	–
b) изменение [a], не более	%	±25	±25	–	–	±40	±30
Относительное удлинение при разрыве:							
a) значение после старения, не менее	%	150	150	300	300	100	250
b) изменение [a], не более	%	±25	±25	–	–	±40	±40

[a] Изменение – разность между медианным значением, полученным после старения, и медианным значением, полученным до старения, выраженная в процентах последнего.

Таблица 19 – Требования к дополнительным испытаниям по определению характеристик материалов для оболочки из поливинилхлорида (PVC)

Обозначение материала (см. 4.2 и 4.3)	Единица измерения	ST_1	ST_2
Применение материала из PVC		Оболочка	
Испытание на потерю массы в сушильном шкафу (IEC 60811-3-2, подраздел 8.2)			
Условия испытаний:			
– температура (допустимое значение ±2 °C)	°C	–	100
– продолжительность	ч	–	168
Потеря массы, не более	мг/см^2	–	1,5
Испытание давлением при высокой температуре (IEC 60811-3-1, раздел 8)			
– температура (допустимое отклонение ±2 °C)	°C	80	90
Проверка характеристик при низкой температуре [a] (IEC 60811-1-4, раздел 8)			
Испытание без предварительного старения:			
– испытание на изгиб при низкой температуре изолированных жил наружным диаметром не более 12,5 мм			
– температура (допустимое отклонение ±2 °C)	°C	−15	−15
Испытание на удлинение при низкой температуре на образцах в виде двусторонних лопаток:			
– температура (допустимое отклонение ±2 °C)	°C	−15	−15
Испытание на удар при низкой температуре:			
– температура (допустимое отклонение ±2 °C)	°C	−15	−15
Испытание на тепловой удар (IEC 60811-3-1, раздел 9)			
– температура (допустимое отклонение ±3 °C)	°C	150	150
– продолжительность	ч	1	1

[a] В национальных стандартах могут быть установлены более низкие температуры, обусловленные климатическими условиями.

Таблица 20 – Требования к дополнительным испытаниям по определению термопластичных характеристик материалов для оболочки из полиэтилена (PE)

Обозначение материала (см. 4.3)	Единица измерения	ST_3	ST_7
Определение плотности [a] (IEC 60811-1-3, раздел 8)			
Определение содержания сажи (только для наружных оболочек черного цвета) (IEC 60811-4-1, раздел 11)			
Номинальное значение	%	2,5	2,5
Допустимое отклонение	%	±0,5	±0,5
Испытание на усадку (IEC 60811-1-3, раздел 11)			
Условия испытаний:			
– температура (допустимое отклонение ±2 °C)	°C	80	80
– продолжительность нагревания	ч	5	5
– число циклов нагревания		5	5
Усадка, не более	%	3	3
Испытание давлением при высокой температуре (IEC 60811-3-1, подраздел 8.2)			
– температура (допустимое отклонение ±2 °C)	°C	–	110

[a] Значение плотности определяют, только если оно требуется для других испытаний.

Таблица 21 – Требования к дополнительным испытаниям по определению характеристик материалов для оболочки, не содержащих галогены

Обозначение материала (см. 4.2)	Единица измерения	ST_8
Проверка характеристик при низкой температуре [a] (IEC 60811-1-4, раздел 8)		
Испытание без предварительного старения:		
– испытание на изгиб при низкой температуре изолированных жил наружным диаметром не более 12,5 мм		
– температура (допустимое отклонение ±2 °C)	°C	−15
Испытание на удлинение при низкой температуре на образцах в виде двусторонних лопаток:		
– температура (допустимое отклонение ±2 °C)	°C	−15
Испытание на удар при низкой температуре:		
– температура (допустимое отклонение ±2 °C)	°C	−15
Испытание давлением при высокой температуре (IEC 60811-3 1, раздел 8)		
– температура (допустимое отклонение ±2 °C)	°C	80
Испытание на водопоглощение (IEC 60811-1-3, подраздел 9.2)		
Гравиметрический метод:		
Условия испытаний:		
– температура (допустимое отклонение ±2 °C)	°C	70
– продолжительность	ч	24
Максимальное увеличение массы	мг/см^2	10

[a] В национальных стандартах могут быть установлены более низкие температуры, обусловленные климатическими условиями.

Таблица 22 – Требования к дополнительным испытаниям по определению характеристик эластомерных материалов для оболочки

Обозначение материала (см. 4.3)	Единица измерения	SE_1
Испытание на маслостойкость с последующим определением механических свойств (IEC 60811-2-1, раздел 10 и IEC 60811-1-1, раздел 9)		
Условия испытаний:		
– температура масла (допустимое отклонение ±2 °C)	°C	100
– продолжительность	ч	24

Окончание таблицы 22

Обозначение материала (см. 4.3)	Единица измерения	SE_1
Максимальное изменение [a]:		
a) прочности при разрыве	%	±40
b) относительного удлинения при разрыве	%	±40
Испытание на тепловую деформацию (IEC 60811-2-1, раздел 9)		
Условия испытаний:		
– температура (допустимое отклонение ±3 °C)	°C	200
– время под нагрузкой	мин	15
– механическое усилие	$Н/см^2$	20
Максимальное удлинение под действием груза	%	175
Максимальное значение остаточного удлинения после охлаждения	%	15
[a] Изменение – разность между медианным значением, полученным после старения, и медианным значением, полученным до старения, выраженная в процентах последнего.		

Таблица 23 – Методы и требования к испытаниям материалов, не содержащих галогены

Метод испытания	Единица измерения	Требование
Определение количества выделяемых газов галогенных кислот (IEC 60754-1)		
Содержание брома и хлора (выраженное через содержание соляной кислоты), не более	%	0,5
Определение содержания фтора (IEC 60684-2)		
Содержание фтора, не более	%	0,1
Определение значения pH и удельной электрической проводимости (IEC 60754-2)		
Значение pH, не менее		4,3
Удельная электрическая проводимость, не более	мкСм/мм	10
Примечание – Испытание по определению токсичности находится на стадии рассмотрения.		

Приложение А
(обязательное)

Метод приблизительного расчета для определения размеров защитных покрытий

Толщину кабельных покрытий, таких как оболочки и броня, обычно устанавливают в зависимости от номинальных значений диаметра кабеля посредством таблиц межоперационных размеров.

Иногда это вызывает затруднения. Рассчитанные номинальные значения диаметров не обязательно совпадают с фактическими значениями, полученными в процессе производства. В граничных случаях могут возникать вопросы, если толщина покрытия не соответствует фактическому диаметру, потому что рассчитанный диаметр немного отличается. Разброс размеров жил фасонного сечения у разных изготовителей и различные методы вычисления вызывают различия в номинальных значениях диаметра и поэтому могут привести к разбросу значений толщины покрытий, используемых для одинаковых основных элементов конструкции кабеля.

Во избежание этих трудностей применяют приблизительный метод расчета. Он заключается в игнорировании формы и степени уплотнения проводников и определении по формулам зависимости расчетных диаметров на основании значений площади поперечного сечения проводников, номинальной толщины изоляции и количества жил. Значения толщины оболочки и других защитных покрытий затем сопоставляют с полученными по формулам или приведенными в таблицах расчетными значениями диаметров. Метод приблизительного расчета диаметров предназначен как раз для устранения неоднозначности в установлении значений толщины защитных покрытий, которые будут использоваться вне зависимости от имеющихся незначительных различий в производственной практике. В соответствии с данным методом в настоящем стандарте установлены элементы конструкции кабеля и предварительно рассчитанные значения толщины для каждого поперечного сечения проводника.

Метод приблизительного расчета применяют только для определения размеров оболочек и защитных покрытий кабеля. Это не отменяет необходимости расчета действительных диаметров, требуемых для практических целей, которые должны быть рассчитаны отдельно.

А.1 Общие положения

Описанный ниже приблизительный метод расчета значений толщины различных защитных покрытий в кабеле был принят, чтобы гарантировать, что любые различия, которые могут возникать при независимых вычислениях, например, вследствие допусков размеров проводника и неизбежных различий между номинальными и фактически полученными значениями диаметров, будут устранены.

Все значения толщины и диаметров должны округляться в соответствии с правилами, изложенными в приложении В, до первого десятичного знака.

Скрепляющие ленты, например наложенные по контрспирали поверх кабельной брони, толщиной не более 0,3 мм в данном методе расчета не учитываются.

А.2 Метод

А.2.1 Проводники

В таблице А.1 для каждого номинального поперечного сечения указан расчетный диаметр d_L проводника, независимо от формы и плотности.

Таблица А.1 – Расчетный диаметр проводника

Номинальное поперечное сечение проводника, мм^2	d_L, мм	Номинальное поперечное сечение проводника, мм^2	d_L, мм
1,5	1,4	120	12,4
2,5	1,8	150	13,8
4	2,3	185	15,3
6	2,8	240	17,5
10	3,6	300	19,5
16	4,5	400	22,6
25	5,6	500	25,2
35	6,7	630	28,3
50	8,0	800	31,9
70	9,4	1000	35,7
95	11,0		

А.2.2 Токопроводящие жилы

Расчетный диаметр D_c изолированной токопроводящей жилы определяют по формуле

$$D_c = d_L + 2t_i,$$

где t_i – номинальное значение толщины изоляции, мм (см. таблицы 5 – 7).

Если наложен металлический экран или концентрический проводник, то к полученному значению также необходимо прибавить значение, которое вычисляют в соответствии с А.2.5.

А.2.3 Диаметр по скрученным изолированным жилам

Расчетный диаметр по скрученным изолированным жилам D_f определяют по следующим формулам:

a) для кабелей с проводниками с одинаковой площадью поперечного сечения:

$$D_1 = k \cdot D_c,$$

где значение коэффициента скрутки k соответствует приведенному в таблице А.2;

b) для четырехжильных кабелей с одним проводником меньшего поперечного сечения:

$$D_f = \frac{2{,}42 \cdot (3D_{c1} + D_{c2})}{4},$$

где D_{c1} – расчетный диаметр изолированного фазового проводника с учетом металлического слоя, если таковой имеется, мм;

D_{c2} – расчетный диаметр проводника меньшего поперечного сечения с учетом изоляции или защитного покрытия, если таковые имеются, мм.

Таблица А.2 – Коэффициент скрутки *k* изолированных жил

Число токопроводящих жил	Коэффициент скрутки *k*	Число токопроводящих жил	Коэффициент скрутки *k*
2	2,00	24	6,00
3	2,16	25	6,00
4	2,42	26	6,00
5	2,70	27	6,15
6	3,00	28	6,41
7	3,00	29	6,41
7 [a)]	3,35	30	6,41
8	3,45	31	6,70
8 [a)]	3,66	32	6,70
9	3,80	33	6,70
9 [a)]	4,00	34	7,00
10	4,00	35	7,00
10 [a)]	4,40	36	7,00
11	4,00	37	7,00
12	4,16	38	7,33
12 [a)]	5,00	39	7,33
13	4,41	40	7,33
14	4,41	41	7,67
15	4,70	42	7,67
16	4,70	43	7,67
17	5,00	44	8,00
18	5,00	45	8,00
18 [a)]	7,00	46	8,00
19	5,00	47	8,00
20	5,33	48	8,15
21	5,33	52	8,41
22	5,67	61	9,00
23	5,67		

[a)] Пучковая скрутка изолированных жил.

A.2.4 Внутренние покрытия

Расчетный диаметр поверх внутреннего покрытия D_B определяют по формуле

$$D_B = D_f + 2t_B,$$

где t_B = 0,4 мм для расчетных диаметров по скрученным изолированным жилам D_f до 40 мм включительно;

t_B = 0,6 мм для D_f свыше 40 мм.

Расчетные значения t_B применяют к:

a) многожильным кабелям:

– независимо от того, применяется внутреннее покрытие или нет;

– независимо от того, является внутреннее покрытие наложенным методом экструзии или уложенным с перекрытием;

за исключением случаев, когда разделительная оболочка, соответствующая требованиям 12.3.3, накладывается вместо внутреннего покрытия или одновременно с ним; при этом применяется А.2.7.

b) одножильным кабелям при применении внутреннего покрытия, наложенного методом экструзии или уложенного с перекрытием.

A.2.5 Концентрические проводники и металлические экраны

Увеличение диаметра при применении концентрического проводника или металлического экрана приведено в таблице А.3.

Таблица А.3 – Увеличение диаметра при применении концентрических проводников и металлических экранов

Номинальное поперечное сечение концентрического проводника или металлического экрана, мм^2	Увеличение диаметра, мм	Номинальное поперечное сечение концентрического проводника или металлического экрана, мм^2	Увеличение диаметра, мм
1,5	0,5	50	1,7
2,5	0,5	70	2,0
4	0,5	95	2,4
6	0,6	120	2,7
10	0,8	150	3,0
16	1,1	185	4,0
25	1,2	240	5,0
35	1,4	300	6,0

Если поперечное сечение концентрического проводника или металлического экрана находится между двумя значениями, приведенными в таблице выше, то принимают значение увеличения диаметра, которое соответствует большему значению поперечного сечения.

При применении металлического экрана значение его площади поперечного сечения, используемое в таблице выше, рассчитывают следующим образом:

a) для ленточного экрана:

$$\text{площадь поперечного сечения} = n_t \cdot t_t \cdot w_t,$$

где n_t – число лент;

t_t – номинальная толщина одной ленты, мм;

w_t – номинальная ширина одной ленты, мм.

Если общая толщина экрана составляет менее 0,15 мм, то увеличение диаметра должно быть равно нулю:

– для экрана, состоящего из двух лент, уложенных с перекрытием, либо из одной ленты с частичным перекрытием; при этом общая толщина экрана равняется удвоенной толщине одной ленты;

– для экрана с продольным расположением лент:

– с частичным перекрытием менее 30 %; при этом общая толщина экрана равняется толщине ленты;

– с частичным перекрытием больше или равным 30 %; при этом общая толщина равняется удвоенной толщине ленты;

b) для проволочного экрана (с контрспиралью, если имеется):

$$\text{площадь поперечного сечения} = \frac{n_w \cdot d_w^2 \cdot \pi}{4} + n_h \cdot t_h \cdot w_h,$$

где n_w – число проволок;
d_w – диаметр одной проволоки, мм;
n_h – число витков контрспирали;
t_h – толщина контрспирали, мм, если она более 0,3 мм;
w_h – ширина контрспирали, мм.

A.2.6 Свинцовая оболочка

Расчетный диаметр по свинцовой оболочке D_{pb} определяют по формуле

$$D_{pb} = D_g + 2t_{pb},$$

где D_g – расчетный диаметр под свинцовой оболочкой, мм;
t_{pb} – толщина свинцовой оболочки, рассчитанная в соответствии с разделом 11, мм.

A.2.7 Разделительная оболочка

Расчетный диаметр по разделительной оболочке D_s определяют по формуле

$$D_s = D_u + 2t_s,$$

где D_u – расчетный диаметр под разделительной оболочкой, мм;
t_s – толщина разделительной оболочки, рассчитанная в соответствии с 12.3.3, мм.

A.2.8 Изоляционная подушка

Расчетный диаметр по изоляционной подушке D_{lb} определяют по формуле

$$D_{lb} = D_{ulb} + 2t_{lb},$$

где D_{ulb} – расчетный диаметр под изоляционной подушкой, мм;
t_{lb} – толщина изоляционной подушки, т. е. 1,5 мм согласно 12.3.4.

A.2.9 Дополнительная подушка для кабелей с ленточной броней (при условии, что накладывается поверх внутреннего покрытия)

Таблица A.4 – Увеличение диаметра при применении дополнительной подушки

Расчетный диаметр под дополнительной подушкой, мм		Увеличение диаметра при применении дополнительной подушки, мм
Свыше	До (включительно)	
–	29	1,0
29	–	1,6

A.2.10 Броня

Расчетный диаметр по кабельной броне D_x определяют по следующим формулам:
a) для кабельной брони из проволоки прямоугольного сечения или из круглой проволоки:

$$D_x = D_A + 2t_A + 2t_w,$$

где D_A – диаметр под броней, мм;
t_A – толщина или диаметр проволочной кабельной брони, мм;
t_w – толщина контрспирали (если имеется), мм, если она более 0,3 мм.
b) кабельная броня из двух лент:

$$D_x = D_A + 4t_A,$$

где D_A – диаметр под броней, мм;
t_A – толщина ленточной кабельной брони, мм.

Приложение В
(обязательное)

Округление чисел

В.1 Округление чисел для применения приблизительного метода расчета

При округлении чисел для вычисления расчетных диаметров и размеров кабельных слоев в соответствии с приложением А применяют следующие правила.

Если рассчитанное на любом этапе значение имеет несколько десятичных знаков, его следует округлять до одного десятичного знака, т. е. с точностью до 0,1 мм. Расчетное значение диаметра на каждом этапе следует округлять до 0,1 мм, и округленное расчетное значение для определения толщины или размера вышележащего слоя используют в соответствующей формуле или таблице. Толщина, рассчитанная на основании округленного значения расчетного диаметра, должна, в свою очередь, быть округлена с точностью до 0,1 мм, как требуется в приложении А.

Для пояснения этих правил приведены следующие практические примеры:

a) если цифрой во втором знаке после запятой до округления является 0, 1, 2, 3 или 4, тогда сохраняемая в первом знаке после запятой цифра остается неизменной (округление в меньшую сторону).

Примеры
2,12 ≈ 2,1.
2,449 ≈ 2,4.
25,0478 ≈ 25,0;

b) если цифрой во втором знаке после запятой до округления является 9, 8, 7, 6 или 5, тогда сохраняемая в первом знаке после запятой цифра увеличивается на единицу (округление в большую сторону).

Примеры
2,17 ≈ 2,2.
2,453 ≈ 2,5.
30,050 ≈ 30,1.

В.2 Округление чисел для других целей

Для других целей, не рассмотренных в В.1, может потребоваться, чтобы значения были округлены с большей точностью. Это необходимо, например, при вычислении среднего арифметического значения нескольких результатов измерений или минимального значения с учетом выраженного в процентах допустимого отклонения от установленного номинального значения. В таких случаях округление чисел проводят до десятичного знака, как установлено в соответствующих разделах.

Метод округления состоит в следующем:

a) если за последней сохраняемой цифрой до округления следует 0, 1, 2, 3 или 4, то ее оставляют неизменной (округление в меньшую сторону);

b) если за последней сохраняемой цифрой до округления следует 9, 8, 7, 6 или 5, то ее увеличивают на единицу (округление в большую сторону).

Примеры
2,449 ≈ 2,45 (округлено до двух десятичных знаков).
2,449 ≈ 2,4 (округлено до одного десятичного знака).
25,0478 ≈ 25,048 (округлено до трех десятичных знаков).
25,0478 ≈ 25,05 (округлено до двух десятичных знаков).
25,0478 ≈ 25,0 (округлено до одного десятичного знака).

Приложение С
(обязательное)

Определение твердости изоляции, выполненной из высокосортного этиленпропиленового каучука (HEPR)

С.1 Образец для испытаний

Образец для испытаний должен представлять собой образец готового кабеля с аккуратно удаленными защитными покрытиями, наложенными поверх изоляции из HERP, твердость которой необходимо измерить. В качестве альтернативы допускается использовать образец изолированной токопроводящей жилы.

С.2 Порядок проведения испытаний

Испытания проводят в соответствии с ISO 48 с исключениями, указанными ниже.

С.2.1 Поверхности с большим радиусом кривизны

Согласно ISO 48 измерительный прибор должен быть сконструирован таким образом, чтобы обеспечивалось его плотное соприкосновение с поверхностью изоляции из HERP, а прижимная лапка и индентор твердомера могли быть установлены перпендикулярно измеряемой поверхности изоляции. Это достигается одним из следующих способов:

a) измерительный прибор снабжают универсальными шарнирами, в которых подвижная лапка может свободно перемещаться так, что ее положение регулируется относительно искривленной поверхности;

b) основание измерительного инструмента снабжают двумя расположенными параллельно стержнями A и A', расстояние между которыми устанавливают в зависимости от кривизны измеряемой поверхности (см. рисунок С.1).

Эти способы применяют для поверхностей с радиусом кривизны до 20 мм.

Если толщина испытуемой изоляции из HERP составляет менее 4 мм, то используют измерительный прибор, который согласно методу по ISO 48 применяется для тонких и малых образцов для испытаний.

С.2.2 Поверхности с малым радиусом кривизны

Для поверхностей со слишком малым радиусом кривизны при применении способов, изложенных в С.2.1, испытуемый образец должен крепиться на одном жестком основании с контрольно-измерительным прибором таким образом, чтобы свести к минимуму смещение изоляции из HERP, когда увеличивают приложенную силу вдавливания к индентору твердомера, и чтобы обеспечить совмещение оси индентора с вертикальной осью образца для испытаний. Применяют следующие способы:

a) испытуемый образец крепят в направляющей опоре с круглой выемкой или в металлическом зажимном приспособлении с канавкой (см. рисунок С.2a);

b) концы проводника испытуемого образца крепят в опоре с V-образными направляющими (см. рисунок С.2b).

Минимальный радиус кривизны поверхности, измеряемой этими способами, должен быть не менее 4 мм.

Для меньших радиусов используют измерительный прибор, который согласно методу по ISO 48 применяется для тонких и малых образцов для испытаний.

С.2.3 Кондиционирование и температура испытания

Минимальный интервал времени между изготовлением, т. е. вулканизацией, и испытанием должен составлять 16 ч.

Испытание проводят при температуре (20 ± 2) °С, и непосредственно перед испытанием образцы для испытания должны быть выдержаны при этой температуре в течение не менее 3 ч.

С.2.4 Количество измерений

Одно измерение выполняют в трех или пяти различных точках, распределенных по окружности испытуемого образца. За твердость принимают медианное значение результатов измерений твердости испытуемого образца в международных единицах твердости резины (IRHD), округленное до ближайшего целого числа.

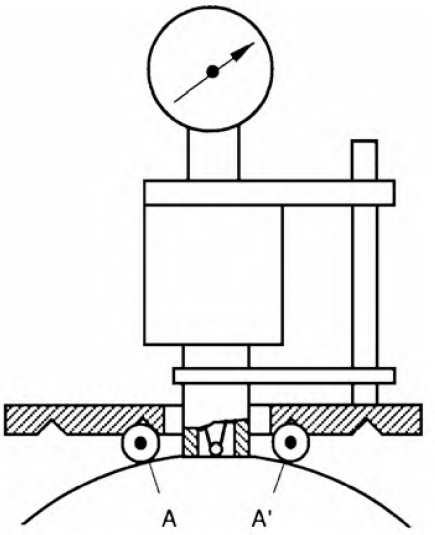

Рисунок С.1 – Испытание на поверхностях с большим радиусом кривизны

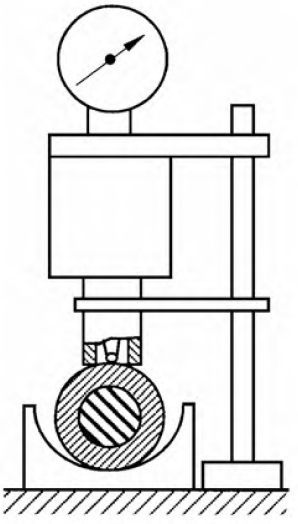

Рисунок С.2a – Испытуемый образец в направляющей опоре с круглой выемкой

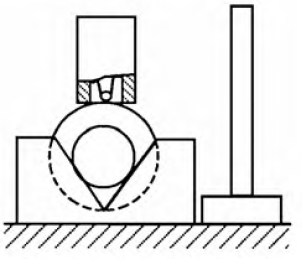

Рисунок С.2b – Испытуемый образец в опоре с V-образными направляющими

Рисунок С.2 – Испытание на поверхностях с малым радиусом кривизны

Приложение Д.А
(справочное)

Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным международным стандартам

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

Обозначение и наименование международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
IEC 60332-1-1:2004 Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 1-1. Испытание на нераспространение горения одиночного, вертикально расположенного изолированного провода или кабеля. Испытательное оборудование	IDT	СТБ IEC 60332-1-1-2010 Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 1-1. Испытание на нераспространение горения одиночного, вертикально расположенного изолированного провода или кабеля. Испытательное оборудование
IEC 60332-1-2:2004 Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 1-2. Испытание на нераспространение горения одиночного, вертикально расположенного изолированного провода или кабеля. Проведение испытания при воздействии пламенем газовой горелки мощностью 1 кВт с предварительным смешением газов	IDT	СТБ IEC 60332-1-2-2010 Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 1-2. Испытание на нераспространение горения одиночного, вертикально расположенного изолированного провода или кабеля. Проведение испытания при воздействии пламенем газовой горелки мощностью 1 кВт с предварительным смешением газов
IEC 60332-3-24:2009 Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 3-24. Испытание на вертикальное распространение пламени по вертикально-навесным пучкам проводов или кабелей. Категория C	IDT	СТБ IEC 60332-3-24-2011 Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 3-24. Испытание на вертикальное распространение пламени по вертикально расположенным пучкам проводов или кабелей. Категория C
IEC 60502-2:2005 Кабели силовые с прессованной изоляцией и кабельная арматура на номинальное напряжение от 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ). Часть 2. Кабели на номинальное напряжение от 6 кВ (U_m = 7,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ)	IDT	СТБ IEC 60502-2-2012 Кабели силовые с экструдированной изоляцией и кабельная арматура на номинальное напряжение от 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ). Часть 2. Кабели на номинальное напряжение от 6 кВ (U_m = 7,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ)
IEC 60811-1-1:2001 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 1-1. Методы общего применения. Измерение толщины и наружных размеров. Испытания для определения механических свойств	IDT	СТБ IEC 60811-1-1-2009 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 1-1. Методы общего применения. Измерение толщины и наружных размеров. Испытания для определения механических свойств
IEC 60811-1-2:1985 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 1-2. Методы общего применения. Методы теплового старения	IDT	СТБ IEC 60811-1-2-2008 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 1-2. Методы общего применения. Методы теплового старения

Окончание таблицы Д.А.1

Обозначение и наименование международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
IEC 60811-1-3:2001 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 1-3. Общее применение. Методы определения плотности. Испытания на водопоглощение. Испытание на усадку	IDT	СТБ IEC 60811-1-3-2008 Общие методы испытаний материалов изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 1-3. Общее применение. Методы определения плотности. Испытания на водопоглощение. Испытание на усадку
IEC 60811-1-4:1985 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 1-4. Методы общего применения. Испытание при низкой температуре	IDT	СТБ IEC 60811-1-4-2009 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 1-4. Методы общего применения. Испытания при низкой температуре
IEC 60811-3-1:1985 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических кабелей. Часть 3. Специальные методы для поливинилхлоридных компаундов. Раздел 1. Испытание давлением при высокой температуре. Испытания на стойкость к растрескиванию	IDT	СТБ IEC 60811-3-1-2011 Материалы для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Общие методы испытаний. Часть 3-1. Специальные методы испытаний поливинилхлоридных компаундов. Испытание давлением при высокой температуре. Испытание на стойкость к растрескиванию
IEC 60811-3-2:1985 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических кабелей. Часть 3. Специальные методы для поливинилхлоридных компаундов. Раздел 2. Испытание на потерю массы. Испытание на термостабильность	IDT	СТБ IEC 60811-3-2-2011 Материалы для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Общие методы испытаний. Часть 3-2. Специальные методы испытаний поливинилхлоридных компаундов. Испытание на потерю массы. Испытание на термостабильность

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

Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта	Обозначение и наименование международного стандарта другого года издания	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
IEC 60038:2009 Стандартные напряжения, рекомендуемые IEC	IEC 60038:1983 Стандартные напряжения, рекомендуемые IEC	MOD	ГОСТ 29322-92* (МЭК 38-83) Стандартные напряжения (IEC 60038:1983, MOD)
IEC 60228:2004 Проводники изолированных кабелей	IEC 60228:1978 Токопроводящие жилы изолированных кабелей	MOD	ГОСТ 22483-77 Жилы токопроводящие медные и алюминиевые для кабелей, проводов и шнуров. Основные параметры. Технические требования (IEC 60228:1978, MOD)
IEC 60754-1:2011 Испытания материалов конструкции кабелей на выделение газов при горении. Часть 1. Определение содержания газов галогенных кислот	IEC 60754-1:1994 Испытания материалов конструкции кабелей на выделение газов при горении. Часть 1. Определение количества выделяемых газов галогеноводородных кислот	IDT	ГОСТ МЭК 60754-1-2002 Испытания материалов конструкции кабелей при горении. Определение количества выделяемых газов галогенных кислот (IEC 60754-1:1994, IDT)

Окончание таблицы Д.А.2

Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта	Обозначение и наименование международного стандарта другого года издания	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
IEC 60754-2:2011 Испытания материалов конструкции кабелей на выделение газов при горении. Часть 2. Определение кислотности (посредством измерения pH) и удельной проводимости	IEC 60754-2:1991 Испытания материалов конструкции кабелей на выделение газов при горении. Часть 2. Определение степени кислотности выделяемых газов при горении материалов измерением pH и удельной проводимости	IDT	ГОСТ МЭК 60754-2-2002 Испытания материалов конструкции кабелей при горении. Определение степени кислотности выделяемых газов измерением pH и удельной проводимости (IEC 60754-2:1991, IDT)
IEC 60811-2-1:2001 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 2. Специальные методы для эластомерных компаундов. Раздел 1. Испытание на озоностойкость. Температурные испытания. Испытание погружением в минеральное масло	IEC 60811-2-1:1998 Изоляционные и оплеточные материалы для электрических и оптических кабелей. Общие методы испытаний. Часть 2-1. Методы, характерные для эластомерных компаундов. Испытания на стойкость к озону, на растяжение при нагреве в горячей печи и на погружение в минеральные масла	IDT	ГОСТ МЭК 60811-2-1-2002 Специальные методы испытаний эластомерных композиций изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Испытание на озоностойкость, тепловую деформацию и маслостойкость (IEC 60811-2-1:1998, IDT)
IEC 60811-4-1:2004 Материалы для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Общие методы испытаний. Часть 4-1. Специальные методы для полиэтиленовых и полипропиленовых компаундов. Стойкость к растрескиванию при атмосферном воздействии. Определение показателя текучести расплава. Определение содержания сажи и/или минерального наполнителя в полиэтилене путем непосредственного сжигания. Определение содержания сажи посредством термогравиметрического анализа (TGA). Оценка дисперсии углеродной сажи в полиэтилене с применением микроскопа	IEC 60811-4-1:1985 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических кабелей. Часть 4. Методы, используемые специально для полиэтиленовых и полипропиленовых компаундов. Раздел 1. Стойкость к растрескиванию под воздействием факторов	IDT	ГОСТ МЭК 60811-4-1-2002 Специальные методы испытаний полиэтиленовых и полипропиленовых композиций изоляции и оболочек электрических кабелей. Стойкость к растрескиванию под напряжением в условиях окружающей среды. Испытание навиванием после теплового старения на воздухе. Определение показателя текучести расплава. Определение содержания сажи и/или минерального наполнителя в полиэтилене (IEC 60811-4-1:1985, IDT)
* Внесенные технические отклонения обеспечивают выполнение требований настоящего стандарта.			

Ответственный за выпуск *В. Л. Гуревич*

Сдано в набор 20.08.2012. Подписано в печать 17.10.2012. Формат бумаги 60×84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Arial. Печать ризографическая. Усл. печ. л. 5,35 Уч.- изд. л. 2,75 Тираж 20 экз. Заказ 1256

Издатель и полиграфическое исполнение:
Научно-производственное республиканское унитарное предприятие
«Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС)
ЛИ № 02330/0552843 от 08.04.2009.
ул. Мележа, 3, комн. 406, 220113, Минск.

gost.e-ecolog.ru