

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)

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения



УДК

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 _____ № ____

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

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

Издан на русском языке

Содержание

Введение	
1 Область применения.....	
2 Нормативные ссылки	
3 Термины и определения	
3.1 Определения, относящиеся к размерным величинам (толщине, сечению и т.д.)	
3.2 Определения, относящиеся к испытаниям	
4 Обозначения напряжения и материалы	
4.1 Номинальное напряжение	
4.2 Компаунды для изоляции	
4.3 Компаунды для оболочки	
5 Проводники	
6 Изоляция	
6.1 Материал изоляции	
6.2 Толщина изоляции	
7 Конструкция многожильных кабелей, внутреннее покрытие и наполнитель	
7.1 Внутреннее покрытие и наполнитель	
7.2 Кабели на номинальное напряжение 0,6/1 (1,2) кВ	
7.3 Кабели на номинальное напряжение 1,8/3 (3,6) кВ	
8 Металлические слои для одножильных и многожильных кабелей	
9 Металлический экран	
9.1 Конструкция	
9.2 Требования	
10 Концентрический проводник	
10.1 Конструкция	
10.2 Требования	
10.3 Применение	
11 Металлическая оболочка	
11.1 Свинцовая оболочка	
11.2 Другие металлические оболочки	
12 Металлическая броня	
12.1 Типы металлической брони	
12.2 Материалы	
12.3 Применение брони.....	
12.4 Размеры брони, выполненной из проволок и из лент	
12.5 Соотношение диаметра кабеля с размерами брони	
12.6 Броня, выполненная из круглой проволоки или проволоки прямоугольного сечения	
12.7 Ленточная двойная кабельная броня	
13 Наружная оболочка	
13.1 Общие требования	
13.2 Материал	
13.3 Толщина	
14 Условия испытаний	
14.1 Температура окружающей среды	
14.2 Частота и форма сигнала при испытании переменным напряжением.....	
14.3 Форма сигнала при испытании импульсным напряжением	
15 Стандартные испытания	
15.1 Общие положения	
15.2 Электрическое сопротивление проводников	
15.3 Испытание напряжением	
16 Выборочные испытания	
16.1 Общие положения	
16.2 Число образцов для испытаний	
16.3 Воспроизводимость результатов испытания	
16.4 Контроль проводника	
16.5 Измерение толщины изоляции и неметаллических оболочек (включая разделительные оболочки, наложенные методом экструзии, но исключая экструдированное внутреннее покрытие)	
16.6 Измерение толщины свинцовой оболочки	

16.7	Измерение размеров брони, выполненной из проволок и из лент	
16.8	Измерение наружного диаметра	
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 ..	
17	Электрические испытания типа	
17.1	Измерение сопротивления изоляции при температуре окружающей среды	
17.2	Измерение сопротивления изоляции при максимальной температуре нагрева проводника	
17.3	Испытание напряжением в течение 4 ч	
17.4	Испытание кабелей на номинальное напряжение 1,8/3 (3.6) кВ импульсным напряжением	
18	Неэлектрические испытания типа.....	
18.1	Измерение толщины изоляции	
18.2	Измерение толщины неметаллических оболочек (включая разделительные оболочки, наложенные методом экструзии, но исключая экструдированное внутреннее покрытие)	
18.3	Испытания по определению механических свойств изоляции до и после старения .	
18.4	Испытания по определению механических свойств неметаллических оболочек до и после старения	
18.5	Дополнительные испытания на старение на отрезках готовых кабелей	
18.6	Испытание на потерю массы для оболочек из поливинилхлорида типа ST ₂	
18.7	Испытание под давлением при высокой температуре для изоляции и неметаллических оболочек	
18.8	Испытание изоляции и оболочки из поливинилхлорида и оболочки, не содержащей галогены, при низких температурах	
18.9	Испытание на стойкость изоляции и оболочки из поливинилхлорида к растрескиванию (испытание на тепловой удар)	
18.10	Испытание на озоностойкость изоляции, выполненной из этиленпропиленового компаунда (EPR и HEPR)	
18.11	Испытание под нагрузкой для изоляции, выполненной из этиленпропиленового компаунда (EPR и HEPR) и сшитого полиэтилена (XLPE), и эластомерных оболочек	
18.12	Испытание на маслостойкость эластомерных оболочек	
18.13	Испытание изоляции на водопоглощение	
18.14	Испытание на огнестойкость	
18.15	Измерение содержания сажи в наружной оболочке, выполненной из полиэтилена (PE) черного цвета	
18.16	Испытание на усадку изоляции, выполненной из сшитого полиэтилена (XLPE)	
18.17	Дополнительное испытание на изгиб	
18.18	Определение твердости изоляции, выполненной из этиленпропиленового компаунда (HEPR)	
18.19	Определение модуля упругости изоляции, выполненной из этиленпропиленового компаунда (HEPR)	
18.20	Испытание на усадку полиэтиленовой наружной оболочки	
18.21	Дополнительные механические испытания наружной оболочки, не содержащей галогены	
18.22	Испытание на водопоглощение наружной оболочки, не содержащей галогены	
19	Электрические испытания после монтажа	
Приложение А (обязательное) Метод приблизительного расчета размеров защитных покрытий		
Приложение В (обязательное) Округление чисел		
Приложение С (обязательное) Определение твердости изоляции, выполненной из этиленпропиленового компаунда (HEPR)		
Приложение Д.А (справочное) Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным международным стандартам		

Введение

Настоящий стандарт является идентичным международному стандарту ІЕС 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)», представляющим собой переиздание редакции ІЕС 60502-1:2004 с изменением Amd.1:2009.

В серию международных стандартов ІЕС 60502 входят следующие части под общим названием «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);

**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

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, например, используемых в распределительных сетях, и для промышленных установок.

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

Стандарт не распространяется на кабели для специальных условий эксплуатации и/или специального оборудования, например, кабели для воздушных линий электропередачи, кабели для горнодобывающей промышленности, кабели 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 смещением газов

¹⁾ Действует взамен IEC 60332-1:1993.

СТБ IEC 60502-1/ПР_1

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

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 60684-2:2003 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 60754-1:1994 Испытания материалов конструкции кабелей на выделение газов при горении. Часть 1. Определение количества выделяемых газов галогеноводородных кислот

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

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, сечению 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 измерениями, принимая во внимание заданные предельные отклонения.

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

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 среднеарифметическим двух значений, находящихся в середине ряда, если число результатов испытаний четное.

3.1.4 фиктивное значение (fictitious value): Значение параметра, вычисленное в соответствии с методом приближительного 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 кабеля со сплошной изоляцией или элементах кабеля 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 доказать удовлетворительные эксплуатационные характеристики кабеля при использовании 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 доказать целостность кабеля и его арматуры после монтажа.

4 Обозначения напряжения и материалы

4.1 Номинальное напряжение

Значения 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 частоты сети между проводником и «землей» или металлическим экраном, на которое кабель рассчитан;

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

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

Кабели на номинальное напряжение, входящие в область применения настоящего стандарта, должны 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. Согласно IEC 60183 это время 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 знать, 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 предположить, что сеть будет нормально функционировать с систематическим замыканием на землю, то сеть рекомендуется классифицировать, как относящуюся к категории С.

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

СТБ IEC 60502-1/ПР_1Таблица 1 – Рекомендуемые значения номинального напряжения U_0

Наибольшее напряжение сети U_m , кВ	Номинальное напряжение U_0 , кВ	
	Категория А и В	Категория С
1,2	0,6	0,6
3,6	1,8	3,6*

* Значения 3,6/6 (7,2) кВ для кабелей в соответствии с IEC 60502-2 включены в эту категорию.

4.2 Компаунды для изоляции

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

Таблица 2 – Компаунды для изоляции

Компаунд для изоляции	Сокращенное обозначение
а) <i>Термопластичные материалы</i> - поливинилхлорид для кабелей на номинальное напряжение $U_0/U \leq 1,8/3$ кВ	PVC/A*
б) <i>Из сшитых полимеров:</i> - этиленпропиленовый каучук или аналогичный материал (EPM или EPDM) - высокомолекулярный или высокосортный этиленпропиленовый каучук - сшитый полиэтилен	EPR HEPR XLPE

* Для кабелей на номинальное напряжение $U_0/U \leq 3,6/6$ кВ компаунд для изоляции, в котором основным материалом является поливинилхлорид, обозначают как PVC/B в IEC 60502-2.

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

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

Компаунд для изоляции	Максимальная температура нагрева проводника, °С	
	Нормальная эксплуатация	Короткое замыкание (продолжительность не более 5 с)
Поливинилхлорид (PVC/A): - проводник с поперечным сечением ≤ 300 мм ² - проводник с поперечным сечением >300 мм ²	70 70	160 140
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 от его первоначального значения. Как следствие, температура проводника может значительно превысить максимальное значение. Если такие эксплуатационные условия прогнозируются, то необходимо применять соответствующие меры.

Применяя значения температуры короткого замыкания необходимо делать ссылку на IEC 60724.

4.3 Компаунды для оболочки

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

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

Компаунд для оболочки	Сокращенное название	Максимальная температура нагрева проводника при нормальной эксплуатации, °С
а) <i>Термопластичные материалы:</i> - поливинилхлорид (PVC) - полиэтилен - не содержащие галогены	ST ₁	80
	ST ₂	90
	ST ₃	80
	ST ₇	90
	ST ₈	90
	SE ₁	85
б) <i>Эластомеры:</i> - полихлоропрен, хлорсульфированный полиэтилен или аналогичные полимеры		

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, указанным в таблице 23.

6.2 Толщина изоляции

Номинальное значение толщины изоляции указано 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
1 000	3,0	3,0

Примечание – Не рекомендуется использовать проводники с поперечным сечением, значение которого меньше значений, указанных в данной таблице.

СТБ IEC 60502-1/ПР_1

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
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
1 000	2,8	2,8

Примечание – Не рекомендуется использовать проводники с поперечным сечением, значение которого меньше значений, указанных в данной таблице.

Таблица 7 – Номинальное значение толщины изоляции из этиленпропиленового каучука (EPR) и твердого этиленпропиленового каучука (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
1 000	3,0	2,8	3,0	2,8

Примечание – Не рекомендуется использовать проводники с поперечным сечением, значение которого меньше значений, указанных в данной таблице.

7 Конструкция многожильных кабелей, внутреннее покрытие и наполнитель

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

Следующие подразделы 7.1 – 7.3 не применяют к конструкции многожильных кабелей с жилами в отдельных оболочках.

7.1 Внутреннее покрытие и наполнитель

7.1.1 Конструкция

Внутренние покрытия могут быть наложенными методом экструзии или уложенными 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 применение соответствующего связующего вещества перед нанесением экструдированного внутреннего покрытия.

7.1.2 Материал

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

Для кабелей, изготовленных из материалов, не содержащих галогены, внутреннее покрытие и наполнитель должны соответствовать требованиям, указанным 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

Фиктивное 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, для фиктивных значений диаметров по скрутке жил до 40 мм включительно должно быть 0,4 мм; для больших значений диаметров — 0,6 мм.

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 кабелей, имеющих металлический слой или не имеющих металлический слой, должен быть с учетом национальных правил и требований к установке 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 наполнитель должны соответствовать 7.1.

Металлические ленты могут, однако, быть наложены непосредственно поверх собранных жил без внутреннего покрытия, при условии, что номинальное значение толщины каждой ленты не превышает 0,3 мм и готовый кабель выдерживает дополнительные испытания на изгиб, изложенные в 18.17.

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

Внутреннее покрытие можно не применять при условии, если 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 мм².

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

СТБ IEC 60502-1/ПР_1

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 наполнитель 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 наполнитель 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 мм². 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(ы) быть выполнен(ы) в виде одного или нескольких вышеперечисленных типов слоев и должны быть немагнитными 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(т).

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

Для обеспечения механической и электрической безопасности кабелей особое внимание при выборе материала экрана необходимо уделить его устойчивости к коррозии.

Зазоры в экране должны отвечать требованиям национальных технических условий и/или стандартов.

9.2 Требования

Требования к размерам, физические и электрические характеристики металлического экрана должны быть установлены в национальных технических условиях и/или стандартах.

10 Концентрический проводник

10.1 Конструкция

Промежутки при наложении концентрического проводника должны соответствовать требованиям национальных технических условий и/или стандартов.

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

10.2 Требования

Требования к размерам, физические и электрические характеристики концентрического проводника должны быть установлены в национальных технических условиях и/или стандартах.

10.3 Применение

При применении в кабелях концентрического проводника 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 из свинца или свинцового сплава, достаточно плотно посаженной в виде бесшовной (цельнотянутой) трубки.

Номинальную толщину рассчитывают по следующей формуле:

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

где t_{pb} – номинальная толщина свинцовой оболочки, выраженная в миллиметрах;

D_g – фиктивный диаметр под свинцовой оболочкой, выраженный в миллиметрах (округленный до первого десятичного разряда в соответствии с приложением В).

Во всех случаях наименьшее значение номинальной толщины свинцовой оболочки должно быть 1,2 мм. Расчетные значения номинальной толщины свинцовой оболочки округляют до первого десятичного разряда (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:

- а) кабельная броня из проволоки прямоугольного сечения;
- б) кабельная броня из круглой проволоки;
- в) ленточная двойная кабельная броня.

Примечание – Для кабелей на номинальное напряжение 0,6/1 (1,2) кВ с площадью поперечного сечения проводника, не превышающей 6 мм², можно использовать кабельную оплетку 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 соответствующие медные проволоки или медные луженые проволоки.

Для обеспечения механической и электрической безопасности кабелей особое внимание при выборе материала брони необходимо уделить устойчивости брони к коррозии, особенно если броня служит в качестве общего экрана.

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

12.3 Применение брони

12.3.1 Одножильные кабели

В одножильных кабелях внутреннее покрытие, выполненное методом экструзии или уложенное с перекрытием, толщиной, указанной в 7.1.3 или 7.1.4, наносят 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.

СТБ ІЕС 60502-1/ПР_1

12.3.3 Разделительная оболочка

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

Для кабелей, выполненных из материалов ST₈, которые не содержат галогены, разделительная оболочка должна соответствовать требованиям, указанным в таблице 23.

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

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

Номинальное значение толщины разделительной оболочки T_s, выраженной в миллиметрах, рассчитывают по следующей формуле:

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

где D_u – фиктивный диаметр под разделительной оболочкой, в миллиметрах, 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

Изоляционная подушка, применяемая в кабелях со свинцовой оболочкой, покрытых компаундом, должна состоять, либо из пропитанных и компаундированных бумажных лент или 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 применения проволочной брони эти компаунды не должны применяться непосредственно под проволокой.

Синтетические ленты могут применяться вместо пропитанных бумажных лент.

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 диаметра кабеля с размерами брони

Номинальное значение диаметра кабельной брони из круглой проволоки и номинальное значение толщины кабельной брони из лент должны быть не менее значений, приведенных в таблицах 9 и 10 соответственно.

Таблица 9 – Номинальное значение диаметра кабельной брони из круглой проволоки

Фиктивное значение диаметра под кабельной броней		Номинальное значение диаметра кабельной брони из проволоки, 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 кабельной брони из лент

Фиктивное значение диаметра под кабельной броней		Номинальное значение толщины ленты	
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 собранных жил (см. 7.2.1).

Для кабельной брони, выполненной из проволоки прямоугольного сечения, в кабелях с фиктивным значением диаметра под кабельной броней свыше 15 мм номинальная толщина стальной проволоки прямоугольного сечения должна быть 0,8 мм. Кабели с фиктивным 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 Ленточная двойная кабельная броня

При применении ленточной кабельной брони внутреннее покрытие в соответствии с 7.1 упрочняют лентами кабельной подушки. Если толщина ленточной брони составляет 0,2 мм, то значение общей толщины внутреннего покрытия с дополнительными лентами кабельной подушки должно соответствовать указанному в 7.1 плюс 0,5 мм; если толщина ленточной брони более 0,2 мм, – должно соответствовать указанному в 7.1 плюс 0,8 мм.

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

Дополнительная подушка из лент не требуется, если применяется разделительная оболочка или внутреннее покрытие, накладываемое методом экструзии и соответствующее 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.

Оболочку, как правило, выполняют черного цвета, но по согласованию между изготовителем и покупателем можно применять и другой цвет оболочки, учитывая применимость 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 компаунда (поливинилхлорида или полиэтилена) или эластомерного компаунда (полихлоропрена, хлорсульфинированного полиэтилена или аналогичных полимеров).

В кабелях, к которым предъявлены требования к свойствам пониженного распространения горения, низкому уровню дымовыделения и газовыделения при горении, для оболочки должен применяться материал, не содержащий галогены. Для кабелей, изготовленных из материала (ST₈), не содержащих галогены, наружная оболочка должна соответствовать требованиям, указанным в таблице 23.

Материал оболочки должен быть пригоден для рабочей температуры в соответствии с таблицей 4.

СТБ ИЕС 60502-1/ПР_1

Для специального назначения, например для защиты от термитов, в материал оболочки добавляются химические добавки, но они не должны содержать вещества, вредные для людей и/или окружающей среды.

Примечание – К примерам веществ¹⁾, рассматриваемым как нежелательные, относятся:

Альдрин: 1, 2, 3, 4, 10, 10 – гексахлоро – 1, 4, 4а, 5, 8, 8а-гексагидро – 1, 4, 5, 8 – диметанофталин;

Дильдрин: 1, 2, 3, 4, 10, 10 – гексахлоро – 6, 7 – эпокси – 1, 4, 4а, 5, 6, 7, 8, 8а – октагидро – 1, 4, 5, 8 – диметанофталин;

Линдан: гамма изомер 1, 2, 3, 4, 5, 6 – гексахлоро – циклогексан.

13.3 Толщина

Если не указано иное, номинальное значение толщины t_s , выраженной в миллиметрах, рассчитывают по следующей формуле:

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

где D – фиктивный диаметр непосредственно под оболочкой, в миллиметрах (см. приложение А).

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

Номинальная толщина 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 специально не указано 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

Импульсная волна в соответствии с ИЕС 60230 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 ИЕС 60060-1.

15 Стандартные испытания

15.1 Общие положения

Стандартные испытания, как правило, проводят на каждой строительной длине кабеля (см 3.2.1). Число испытываемых длин может быть уменьшено в зависимости от установленных методов контроля качества.

По настоящему стандарту к обязательным стандартным испытаниям относят:

- а) измерение электрического сопротивления проводников (см. 15.2);
- б) испытание напряжением (см. 15.3).

15.2 Электрическое сопротивление проводников

Измерение электрического сопротивления всех проводников, включая концентрический проводник, если таковой имеется, проводят 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 с постоянно поддерживаемой температурой в течение не менее 12 часов. В случае сомнения относительно равенства температур проводника кабеля и в помещении электрическое сопротивление следует измерять после пребывания кабеля в испытательном помещении в течение 24 часов. Электрическое сопротивление допускается измерять на образце проводника с выдержкой в течение не менее 1 часа в жидкой бане с контролируемой температурой.

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

¹⁾ Dangerous properties of industrial materials, N.I. Sax, fifth edition, Van Nostrand Reinhold, ISBN 0-442-27373-8 (Опасные свойства промышленных материалов/ N.L. Sax, 5-е изд. – Van Nostrand Reinhold. – ISBN 0-442-27373-8).

Значение электрического сопротивления постоянному току каждого проводника при 20 °С не должно превышать соответствующего максимального значения, указанного в ІЕС 60228. Значение электрического сопротивления концентрических проводников кабеля должно соответствовать требованиям национальных технических условий и/или 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 экранированные жилы, 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 5 мин между каждым проводником и всеми другими проводниками и между каждым проводником и металлическими слоями, если они имеются.

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

15.3.4 Испытательное напряжение

Значение испытательного напряжения промышленной частоты должно составлять $2,5 U_0 + 2$ 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, указанных в этой таблице.

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

Во всех случаях испытательное напряжение повышают постепенно до установленного значения.

15.3.5 Требование

Не должно происходить пробоя изоляции.

16 Выборочные испытания

16.1 Общие положения

По настоящему стандарту к обязательным выборочным испытаниям относят:

- а) контроль проводника (см. 16.4);
- б) проверку размеров (см. 16.5 – 16.8);
- в) испытание изоляции из этиленпропиленового каучука EPR, высокомодульного или высоко-сортного этиленпропиленового каучука NEPR, изоляции из сшитого полиэтилена XLPE и эластомерных оболочек на тепловую деформацию (см. 16.9).

16.2 Объем выборки для испытаний

16.2.1 Контроль проводника и проверка размеров

Контроль 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 установленными методами контроля качества. При отсутствии таких указаний в договоре и если в нем указанная 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, предусмотренное для выборочных испытаний

Длина кабеля				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 испытания

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 несоответствующую требованиям настоящего стандарта.

16.4 Контроль проводника

Соответствие требованиям IEC 60228 к конструкции проводника проверяют осмотром и измерением, 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 отрезок кабеля, взятый с одной части после обрезки, при необходимости, с участком, наиболее подверженным повреждению.

Для кабелей, имеющих более трех жил одинаковой номинальной площадью поперечного сечения проводника, измерение проводят 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 значение измеренной толщины изоляции, округленное до 0,1 мм в соответствии с приложением В, должно быть не менее номинального значения; а наименьшее измеренное значение не должно быть менее 90 % номинального значения толщины изоляции больше, чем на 0,1 мм, т. е.:

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

где t_m - минимальная толщина изоляции, в миллиметрах;

t_n – номинальное значение толщины изоляции, в миллиметрах.

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.:

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

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.:

$$t_m \geq 0,95 t_n - 0,1$$

16.6.1 Метод удаления верхних слоев

Измерение проводят с использованием микрометра с плоскими измерительными поверхностями диаметром от 4 до 8 мм и с точностью $\pm 0,01$ мм.

Измерение проводят на испытательном образце оболочки, предварительно снятой с готового кабеля, длиной приблизительно равной 50 мм. Образец разрезают в продольном направлении и осторожно делают плоским. 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 нахождения минимального значения.

16.6.2 Кольцевой метод

Измерение проводят 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 $\pm 0,01$ мм.

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

6.7 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 и точностью $\pm 0,01$ мм. Для круглой проволоки проводят два измерения диаметра перпендикулярно друг другу в одном сечении и определяют среднее значение этих двух значений.

16.7.2 Измерения на лентах

Измерение проводят с помощью микрометра с двумя плоскими губками диаметром приблизительно равным 5 мм и точностью $\pm 0,01$ мм. Измерение лент шириной до 40 мм проводят в середине ее ширины. Измерение широких лент проводят на расстоянии 20 мм от каждой ее кромки и определяют толщину ленты как среднее значение полученных результатов измерений.

16.7.3 Требования

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

- 5 % для круглой проволоки;
- 8 % для проволоки прямоугольного сечения;
- 10 % для лент.

16.8 Измерение наружного диаметра

В случае измерения наружного диаметра кабеля при выборочных испытаниях, его следует проводить в соответствии с ИЕС 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 поведение испытания осуществляют в соответствии с ИЕС 60811-2-1 (раздел 9), пользуясь параметрами, 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 этиленпро-

СТБ ИЕС 60502-1/ПР_1

пиленового каучука (HEPR) и изоляции из сшитого полиэтилена (XLPE) и в таблице 22 для эластомерных оболочек (SE₁).

17 Электрические испытания типа

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

- а) измерение сопротивления изоляции при температуре окружающей среды (см. 17.1);
 - б) измерение сопротивления изоляции при максимальной температуре нагрева проводника при нормальной эксплуатации (см. 17.2);
 - в) 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 все наружные покрытия удаляют, изолированные токопроводящие жилы погружают в воду при температуре окружающей среды, и выдерживают в ней в течение не менее 1 ч.

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

Измерение проводят между каждым проводником и водой.

При необходимости измерение может быть подтверждено при температуре $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

17.1.2 Вычисления

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

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

где ρ – удельное объемное электрическое сопротивление, в омах·сантиметрах;

R – измеренное значение сопротивления изоляции, в омах;

l – длина кабеля, в сантиметрах;

D – наружный диаметр по изоляции, в миллиметрах;

d – внутренний диаметр изоляции, в миллиметрах.

Постоянную сопротивления изоляции K_i , выраженную в мегаомах·километрах, можно рассчитать по следующей формуле:

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

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

17.1.3 Требования

Полученные рассчитанные значения должны быть не меньше значений, указанных в таблице 13.

17.2 Измерение сопротивления изоляции при максимальной температуре нагрева проводника

17.2.1 Порядок проведения испытания

Перед испытанием жилы образца кабеля погружают в воду при температуре, равной максимальной температуре нагрева проводника при нормальной эксплуатации с предельными отклонениями $\pm 2 ^\circ\text{C}$, и выдерживают в ней в течение не менее 1 ч.

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

Измерение проводят между каждым проводником и водой.

17.2.2 Вычисления

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

17.2.3 Требования

Полученные рассчитанные значения должны быть не меньше значений, указанных в таблице 13.

17.3 Испытание напряжением в течение 4 ч

17.3.1 Порядок проведения испытания

Перед испытанием жилы образца кабеля погружают в воду при температуре окружающей среды и выдерживают в ней в течение не менее 1 ч.

Затем прикладывают испытательное напряжение промышленной частоты, равное $4 \cdot U_0$, между каждой жилой и водой в течение 4 ч.

17.3.2 Требования

Не должно происходить пробоя 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 нагрева проводника на $(5 - 10)^\circ\text{C}$ выше максимальной температуры нагрева проводника при нормальной эксплуатации.

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

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

17.4.2 Требования

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

18 Неэлектрические испытания типа

В настоящем стандарте описываются неэлектрические испытания типа, приведенные 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 одинаковой номинальной площадью поперечного сечения проводника, измерение проводят либо на 10 % жил либо на трех жилах, в зависимости от того, что больше.

18.1.2 Порядок проведения испытания

Измерения проводят в соответствии с 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 проводят в соответствии с IEC 60811-1-1 (подраздел 8.2).

18.2.3 Требования

См. 16.5.3.

СТБ IEC 60502-1/ПР_1

18.3 Испытания по определению механических свойств изоляции до и после старения

18.3.1 Отбор образцов

Отбор образцов и подготовку испытательных образцов проводят в соответствии с IEC 60811-1-1 (подраздел 9.1).

18.3.2 Старение образцов

Старение образцов проводят в соответствии с IEC 60811-1-2 (подраздел 8.1) при условиях, указанных в таблице 15.

Старение вместе с медным проводником и последующим испытанием 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 недостаточной 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 в соответствии с 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 в соответствии с IEC 60811-1-1 (подраздел 9.2).

18.4.2 Старение образцов

Старение образцов проводят в соответствии с IEC 60811-1-2 (подраздел 8.1) при условиях, указанных в таблице 18.

18.4.3 Кондиционирование и механические испытания

Кондиционирование и определение механических свойств в соответствии с IEC 60811-1-1 (подраздел 9.2).

18.4.4 Требования

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

18.5 Дополнительные испытания на старение на отрезках готовых кабелей

18.5.1 Общие положения

Эти испытания предназначены для проверки стойкости изоляции и неметаллических оболочек к разрушению при эксплуатации вследствие их контакта с другими элементами кабеля.

Испытание проводят на кабелях всех типов.

18.5.2 Отбор образцов

Образцы отбирают от готового кабеля в соответствии с IEC 60811-1-2 (пункт 8.1.4).

18.5.3 Старение

Старение образцов кабеля проводят в сушильном шкафу в соответствии с 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 из образцов кабеля подготавливают образцы изоляции и наружной оболочки и проводят механические испытания в соответствии с 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 значений, установленных для изоляции в таблице 15 и для неметаллических оболочек в таблице 18.

18.6 Испытание на потерю массы для оболочек из поливинилхлорида типа ST₂

18.6.1 Порядок проведения испытания

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

18.6.2 Требования

Результаты испытаний должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 19.

18.7 Испытание под давлением при высокой температуре для изоляции и неметаллических оболочек

18.7.1 Порядок проведения испытания

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

18.7.2 Требования

Результаты испытаний должны соответствовать требованиям, приведенным в ИЕС 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 испытания проводят в соответствии с ИЕС 60811-1-4 (раздел 8) при температуре, указанной в таблицах 16, 19 и 21.

18.8.2 Требования

Результаты испытаний должны соответствовать требованиям, приведенным в ИЕС 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 испытаний

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

18.9.2 Требования

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

18.10 Испытание на озоностойкость изоляции, выполненной из этиленпропиленового компаунда (EPR и NEPR)

18.10.1 Порядок проведения испытаний

Отбор образцов и порядок проведения испытания должны соответствовать ИЕС 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 ИЕС 60811-2-1 (раздел 8).

18.11 Испытание под нагрузкой для изоляции, выполненной из этиленпропиленового компаунда (EPR и NEPR) 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 эластомерных оболочек

18.12.1 Порядок проведения испытаний

Отбор образцов и испытания проводят в соответствии с ИЕС 60811-2-1 (раздел 10) при условиях, указанных 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 испытаний

Отбор образцов и испытания проводят в соответствии с ИЕС 60811-1-3 (подраздел 9.1 или 9.2) при условиях, указанных в таблицах 16 или 17 соответственно.

СТБ IEC 60502-1/ПР_1

18.13.2 Требования

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

18.14 Испытание на огнестойкость

18.14.1 Метод испытания по определению предела распространения горения одиночного кабеля

Испытание проводят на кабелях с оболочкой из компаунда типов ST₁, ST₂ или SE₁ только тогда, когда это специально установлено.

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

18.14.2 Метод испытания по определению предела распространения горения пучка кабелей

Испытание проводят на кабелях с наружной оболочкой, выполненной из материала ST₈, не содержащего галогены.

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

18.14.3 Метод испытания по определению дымовыделения

Испытание проводят на кабелях с наружной оболочкой, выполненной из материала ST₈, не содержащего галогены.

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

18.14.4 Метод испытания по определению количества выделяемого кислотного газа

Испытание проводят на неметаллических элементах и на наружной оболочке, выполненных из материала ST₈, не содержащего галогены.

18.14.4.1 Порядок проведения испытаний

Метод испытания должен соответствовать указанному в IEC 60754-1.

18.14.4.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 23.

18.14.5 Метод испытания по определению значения pH и удельной электрической проводимости

Испытание проводят на неметаллических элементах и на наружной оболочке, выполненных из материала ST₈, не содержащего галогены.

18.14.5.1 Процедура

Метод испытания должен соответствовать указанному в IEC 60754-2.

18.14.5.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 23.

18.14.6 Метод испытания по определению содержания фтора

Испытание проводят на неметаллических элементах и на наружной оболочке, выполненных из материала ST₈, не содержащего галогены.

18.14.6.1 Порядок проведения испытаний

Метод испытания должен соответствовать указанному в IEC 60684-2.

18.14.6.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 23.

18.14.7 Метод испытания по определению токсичности

На стадии рассмотрения.

Примечание – Метод испытания разрабатывается Международной электротехнической комиссией.

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

18.15.1 Порядок проведения испытаний

Отбор образцов и испытания проводят в соответствии с IEC 60811-4-1 (раздел 11).

18.15.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 20.

18.16 Испытание на усадку изоляции, выполненной из сшитого полиэтилена (XLPE)

18.16.1 Порядок проведения испытаний

Отбор образцов и испытания проводят в соответствии с IEC 60811-1-3 (раздел 10) при условиях, указанных в таблицах 17.

18.16.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 17.

18.17 Дополнительное испытание на изгиб

Испытание проводят на многожильных кабелях номинальным напряжением 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 испытаний

Образец изгибают вокруг испытательного цилиндра (например, ступица барабана) при температуре окружающей среды, выполняя не менее одного полного оборота. Диаметр цилиндра должен быть $7 \cdot D \pm 5\%$, где D – это действительный наружный диаметр образца кабеля. Затем кабель разматывают, и процесс повторяют, производя изгиб образца 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 в изогнутом состоянии кабель испытывают напряжением в соответствии с 15.3.

18.17.2 Требования

Не должно происходить пробоя и на наружной оболочке не должно быть растрескиваний.

18.18 Определение твердости изоляции, выполненной из этиленпропиленового компаунда (HEPR)

18.18.1 Порядок проведения испытаний

Отбор образцов и испытания проводят в соответствии с приложением С.

18.18.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 17.

18.19 Определение модуля упругости изоляции, выполненной из этиленпропиленового компаунда (HEPR)

18.19.1 Порядок проведения испытаний

Отбор образцов, подготовка испытательных образцов и испытания должны проводиться в соответствии с ІЕС 60811-1-1 (раздел 9).

Измеряют нагрузку до получения 150 % удлинения. Соответствующие значения механического напряжения рассчитывают путем деления измеренной нагрузки на площадь поперечного сечения нерастянутых испытательных образцов. Определяют соотношения между значениями механического напряжения и растяжений для получения модуля упругости при 150 % удлинении.

Значение модуля упругости соответствует медианному значению.

18.19.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 17.

18.20 Испытание на усадку полиэтиленовой наружной оболочки

18.20.1 Порядок поведения испытаний

Отбор образцов и испытания проводят в соответствии с ІЕС 60811-1-3 (раздел 1) при условиях, указанных в таблице 20.

18.20.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 20.

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

18.21 Дополнительные механические испытания наружной оболочки, не содержащей галогены

Испытания предназначены для проверки стойкости наружных оболочек, не содержащих галогены, к разрушению при монтаже и эксплуатации.

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

СТБ IEC 60502-1/ПР_1

18.22 Испытание на водопоглощение наружной оболочки, не содержащей галогены

18.22.1 Порядок проведения испытаний

Отбор образцов и испытания проводят в соответствии с IEC 60811-1-3 (подраздел 9.2) при условиях, указанных в таблице 21.

18.22.2 Требования

Результаты испытания должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 21.

19 Электрические испытания после монтажа

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

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

Примечание – После проведения ремонтных работ проводят электрические испытания, как и после монтажа. Вышеуказанное испытание подходит только для кабелей, предназначенных для недлительного срока эксплуатации.

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

Обозначение компаундов (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) - при максимальной температуре нагрева проводника при нормальной эксплуатации (см. 17.2)	Ом·см Ом·см	10^{13} 10^{10}	- 10^{12}	- 10^{12}
Постоянная сопротивления изоляции K_i : - при 20°C (см. 18.2.1) - при максимальной температуре нагрева проводника при нормальной эксплуатации (см. 17.2)	МОм·км МОм·км	36,7 0,037	- 3,67	- 3,67

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

Обозначение компаундов (см.4.2 и 4.3)	Изоляция				Оболочка					
	PVC/A	EPR	HEPR	XLPE	PVC		PE		ST ₈	SE ₁
					ST ₁	ST ₂	ST ₃	ST ₇		
<i>Размеры:</i> Измерение толщины	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Механические свойства:</i> (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 погружением в горячее масло	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
<i>Термопластические свойства:</i> Испытание давлением при высокой температуре (измерение глубины вдавливания)	x	-	-	-	x	x	-	x	x	-
Состояние при низкой температуре	x	-	-	-	x	x	-	-	x	-
<i>Разное:</i> Потеря массы в сушильном шкафу	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Испытание тепловым ударом (растрескивание)	x	-	-	-	x	x	-	-	-	-
Испытание озоностойкость	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-
Испытание не тепловую деформацию	-	x	x	x	-	-	-	-	-	x
Поглощение влаги	x	x	x	x	-	-	-	-	x ^c	-
Испытание на усадку	-	-	-	x	-	-	x	x	-	-
Содержание углеродной сажи ^a	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
Определение прочности	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
Определение модуля упругости	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
Испытание на огнестойкость										
Испытание на распространение пламени на отдельных кабелях (при необходимости)	-	-	-	-	x	x	-	-	-	x
Испытание на распространение пламени на пучке кабелей	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
Испытание на дымовыделение на кабелях	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
Испытание на выделение кислотного газа	-	b	b	-	-	-	-	-	x	-
Определение pH и проводимость	-	b	b	b	-	-	-	-	x	-
Испытание на содержание фтора	-	b	b	b	-	-	-	-	x	-
Примечание: x обозначает, что типовое испытание должно применяться.										
^a Только для оболочек черного цвета.										
^b Показывает, что испытание требуется только для изоляции EPR, HEPR и XLPE, если заявляют, что кабель является безгалогеновым.										
^c В процессе рассмотрения.										

СТБ IEC 60502-1/ПР_1

Таблица 15 – Требования к испытанию механических характеристик электроизоляционных компаундов (до и после старения)

Обозначение компаундов (см. 4.2)	Единица измерения	PVC/A	EPR		HEPR		XLPE		
			кабели на номинальное напряжение 0,6/1(1,2) кВ с медным проводником	Все остальные кабели	кабели на номинальное напряжение 0,6/1(1,2) кВ с медным проводником	Все остальные кабели	кабели на номинальное напряжение 0,6/1(1,2) кВ с медным проводником	Все остальные кабели	
Максимальная температура нагрева проводника при нормальной эксплуатации (см. 4.2)	С°	70	90	90	90	90	90	90	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<p><i>Без подвергания старению (IEC 60811-1-1, 9.1)</i></p> <p>Предел прочности на разрыв, мин.</p> <p>Удлинение при разрыве, мин.</p> <p><i>После подвергания старению в сушильном шкафу (IEC 60811-1-2, 8.1)</i></p> <p>После подвергания старению без проводника</p> <p>Обработка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - температура - допустимое отклонение - продолжительность <p>Предел прочности на разрыв:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) значение после подвергания старению, мин. б) изменение^а, макс. <p>Удлинение при разрыве:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) значение после подвергания старению, мин. б) изменение^а, макс. 	N/мм ²	12,5	4,2	4,2	8,5	12,5	12,5	12,5	
	%	150	200	200	200	200	200	200	200
	°C	100	135	135	135	135	135	135	135
	°C	±2	±3	±3	±3	±3	±3	±3	±3
	час	168	168	168	168	168	168	168	168
	N/мм ²	12,5	-	-	-	-	-	-	-
	%	±25	±30	±30	±30	±30	±30	±25	±25
	%	150	-	-	-	-	-	-	-
	%	±25	±30	±30	±30	±30	±30	±25	±25

Окончание таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9
После подвер- гания старению с медным провод- ником с после- дующим испыта- нием на растяжение ^b	°С	-	150	-	150	-	150	-
	°С	-	±3	-	±3	-	±3	-
	час	-	168	-	168	-	168	-
Обработка: - температура - допустимое отклонение - продолжи- тельность	%	-	±30	-	±30	-	±30	-
Предел прочно- сти на разрыв: Изменение ^a , макс.	%	-	±30	-	±30	-	±30	-
Удлинение при разрыве: Изменение ^a , макс.								
После подвер- гания старению с медным провод- ником с после- дующим испыта- нием на изгиб (только если не практикуется про- ведение испыта- ния на растяже- ние) ^b	°С	-	150	-	150	-	150	-
	°С	-	±3	-	±3	-	±3	-
	час	-	240	-	240	-	240	-
		-	Отсутствие трещин	-	Отсутствие трещин	-	Отсутствие трещин	-
Обработка: - температура - допустимое отклонение - продолжи- тельность								
Результаты, ко- торые необходи- мо достичь								
^a Изменение: различие между срединным значением, полученным после подвергания старению, и сре- динным значением, полученным без подвергания старению, выраженные как процентное соотношение послед- него.								
^b См. 18.3.2.								

СТБ IEC 60502-1/ПР_1

Таблица 16 – Требования к испытанию конкретных характеристик электроизоляционных компаундов из ПВХ

Обозначение компаундов (см. 4.2)	Единица измерения	PVC/A
Использование компаунда из ПВХ		Изоляция
<p><i>Испытание под давлением при высокой температуре (IEC 60811-3-1, раздел 8)</i> Температура (допустимое отклонение ± 2 °C)</p>	°C	80
<p><i>Поведение при низкой температуре^a (IEC 60811-1-4, раздел 8)</i> Испытание, проводимое без подвергания старению:</p> <ul style="list-style-type: none"> - испытание на изгиб в холодном состоянии для диаметра < 12,5 мм - температура (допустимое отклонение ± 2 °C) <p>Удлинение при разрыве на образцах для испытаний в виде лопатки в холодном состоянии:</p> <ul style="list-style-type: none"> - температура (допустимое отклонение ± 2 °C) <p>Испытание на удар в холодном состоянии:</p> <ul style="list-style-type: none"> - температура (допустимое отклонение ± 2 °C) <p><i>Испытание тепловым ударом (IEC 60811-3-1, раздел 9)</i> Обработка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - температура (допустимое отклонение ± 3 °C) - продолжительность <p><i>Водопоглощение (IEC 60811-1-3, 9.1)</i></p> <p>Электрический метод:</p> <p>Обработка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - температура (допустимое отклонение ± 2 °C) - продолжительность 	<p>°C</p> <p>°C</p> <p>°C</p> <p>°C</p> <p>°C</p> <p>ч</p> <p>°C</p> <p>ч</p>	<p>-15</p> <p>-15</p> <p>-</p> <p>150</p> <p>1</p> <p>70</p> <p>240</p>
<p>^a Из-за климатических условий национальные стандарты могут потребовать использования более низкой температуры.</p>		

Таблица 17 – Требования к испытанию конкретных характеристик различных термоусадочных электроизоляционных компаундов

Обозначение компаундов (см. 4.2)	Единица измерения	EPR	HEPR	XLPE
<i>Озоностойкость</i> (IEC 60811-2-1, раздел 8) Концентрация озона (по объему)	%	0,025- 0,030	0,025- 0,030	-
Продолжительность испытания без растрескивания	ч	24	24	-
<i>Испытание на тепловую деформацию</i> (IEC 60811-2-1, раздел 9) Обработка: - температура окружающей среды (допустимое значение ± 3 °С) - время под нагрузкой - механическое давление Максимальное удлинение под нагрузкой Максимальное постоянное удлинение после охлаждения	°С мин Н/см ² % %	250 15 20 175 15	250 15 20 175 15	200 15 20 175 15
<i>Водопоглощение</i> (IEC 60811-1-3, подраздел 9.2) Гравиметрический метод: Обработка: - температура (допустимое отклонение ± 2 °С) - продолжительность Максимальное увеличение массы	°С ч мг/см ²	85 336 5	85 336 5	85 336 1 ^a
<i>Испытание на усадку</i> (IEC 60811-1-3, 10) Расстояние <i>L</i> между метками Обработка: - температура (допустимое отклонение ± 3 °С) - продолжительность Максимальная усадка	мм °С ч %	- - - -	- - - -	200 130 1 4
<i>Определение прочности</i> (см. приложение С) Международные единицы твердости резины (IRHD) ^b , мин.		-	80	-
<i>Определение модуля упругости</i> (см. 19.19) Модуль при удлинении 150 %, мин.	Н/мм ²	-	4.5	-

^a Увеличение свыше 1 мг/см² рассматривается для плотностей XLPE свыше 1 г/см³.

^b IRHD: Международные единицы твердости резины

СТБ IEC 60502-1/ПР_1

Таблица 18 – Требования к испытанию механических характеристик изоляционных материалов для кабелей (до и после старения)

Обозначение компаунда (см. 4.2)	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
<i>Без старения</i> (IEC 60811-1-1, подраздел 9.2)							
Предел прочности на разрыв, мин.	Н/мм ²	12,5	12,5	10,0	12,5	9,0	10,0
Удлинение при разрыве, мин.	%	150	150	300	300	125	300
<i>После подвергания старению в сушильном шкафу</i> (IEC 60811-1-2, подраздел 8.1)							
Обработка:							
- температура (допустимое значение (± 2 °C))	°C	100	100	100	110	300	100
- продолжительность	ч	168	168	240	240	168	168
Предел прочности на разрыв:							
а) значение после подвергания старению, мин.	Н/мм ²	12,5	12,5	-	-	9,0	-
б) Отклонение ^a , макс.	%	± 25	± 25	-	-	± 40	± 30
Удлинение при разрыве:							
а) значение после подвергания старению, мин.	%	150	150	300	300	100	250
б) изменение*, макс.	%	± 25	± 25	-	-	± 40	± 40
^a Отклонение: разность между медианным значением, полученным после старения, и медианным значением, полученным до старения, выраженная в процентах от последнего.							

Таблица 19 – Требования к испытанию конкретных характеристик изоляционных материалов из ПВХ для кабелей

Обозначение компаунда (см. 4.2 и 4.3)	Единица измерения	ST ₁	ST ₂
Использование компаунда из ПВХ		Оболочка	
<i>Потеря массы в сушильном шкафу</i> (IEC 60811-3-2, подраздел 8.2) Обработка: - температура (допустимое значение (± 2 °C) - продолжительность Максимальная потеря массы	°C ч мг/см ²	- - -	100 168 1,5
<i>Испытание под давлением при высокой температуре</i> (IEC 60811-3-1, раздел 8) Температура (допустимое отклонение ± 2 °C)	°C	80	90
<i>Поведение при низкой температуре</i> ^a (IEC 60811-1-4, раздел 8) Испытание, проводимое без подвергания старению: - испытание на изгиб в холодном состоянии для диаметра < 12,5 мм - температура (допустимое отклонение ± 2 °C) Удлинение при разрыве на образцах для испытаний в холодном состоянии в виде лопатки: - температура (допустимое отклонение ± 2 °C) Испытание ударом в холодном состоянии: - температура (допустимое отклонение ± 2 °C)	°C °C °C	-15 -15 -15	-15 -15 -15
<i>Испытание тепловым ударом</i> (IEC 60811-3-1, раздел 9) Температура (допустимое отклонение ± 3 °C) Продолжительность	°C ч	150 1	150 1
^a Из-за климатических условий национальные стандарты могут потребовать использования более низкой температуры.			

Таблица 20 – Требования к испытанию конкретных характеристик термопластичных полиэтиленовых изоляционных материалов для кабелей

Обозначение компаунда (см. 4.3)	Единица измерения	ST ₃	ST ₇
<i>Плотность</i> * (IEC 60811-1-3, раздел 8)			
<i>Содержание углеродной сажи</i> (только для внешних оболочек черного цвета) (IEC 60811-4-1, раздел 11) Номинальное значение Допустимое отклонение	% %	2.5 $\pm 0,5$	2.5 $\pm 0,5$
<i>Испытание на усадку</i> (IEC 60811-1-3, 11) Обработка: Температура (допустимое отклонение ± 2 °C) Нагревание, продолжительность Циклы нагревания Максимальная усадка	°C ч °C %	80 5 5 3	80 5 5 3
<i>Испытание под давлением при высокой температуре</i> (IEC 60811-3-1, 8.2) Температура (допустимое отклонение ± 2 °C)	°C	-	110
^a Измерение плотности требуется только в целях других испытаний.			

СТБ IEC 60502-1/ПР_1

Таблица 21 – Требования к испытанию конкретных характеристик безгалогеновых изоляционных материалов для кабелей

Обозначение компаунда (см. 4.2)	Единица измерения	SE ₁
<p><i>Поведение при низкой температуре</i>^a (IEC 60811-2-1, раздел 8)</p> <p>Испытание, проводимое без предварительного подвергания старению:</p> <ul style="list-style-type: none"> - испытание на изгиб в холодном состоянии для диаметра < 12,5 мм - температура (допустимое отклонение ±2 °С) <p>Испытание на растяжение в холодном состоянии на образцах в виде лопатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - температура (допустимое отклонение ±2 °С) <p>Испытание на удар в холодном состоянии:</p> <ul style="list-style-type: none"> - температура (допустимое отклонение ±2 °С) 	<p>°С</p> <p>°С</p> <p>°С</p>	<p>-15</p> <p>-15</p> <p>-15</p>
<p><i>Испытание давлением при высокой температуре</i> (IEC 60811-3-1, раздел 8)</p> <ul style="list-style-type: none"> - температура (допустимое отклонение ±2 °С) 	°С	80
<p><i>Влагопоглощение</i> (IEC 60811-1-3, раздел 9.2)</p> <p>Гравиметрический метод:</p> <p>Обработка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - температура (допустимое отклонение ±2 °С) - продолжительность <p>Максимальное увеличение массы</p>	<p>°С</p> <p>ч</p> <p>мг/см²</p>	<p>70</p> <p>24</p> <p>10</p>
<p>^a По причине климатических условий национальные стандарты могут потребовать использования более низкой температуры.</p>		

Таблица 22 – Требования к испытанию конкретных характеристик эластомерных изоляционных материалов для кабелей

Обозначение компаунда (см. 4.2)	Единица измерения	SE ₁
<p><i>Испытание погружением в масло, после которого проводят определение механических свойств</i> (IEC 60811-2-1, Раздел 10 и IEC 60811-1-1, Раздел 9)</p> <p>Обработка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - температура масла (допустимое отклонение ±2 °С) - продолжительность <p>Максимальное изменение^a:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) прочности на разрыв b) удлинения при разрыве 	<p>°С</p> <p>ч</p> <p>%</p> <p>%</p>	<p>100</p> <p>24</p> <p>±40</p> <p>±40</p>
<p><i>Испытание на тепловую деформацию</i> (IEC 60811-2-1, Раздел 9)</p> <p>Обработка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - температура (допустимое значение ± 3 °С) - время под нагрузкой - механическое давление <p>Максимальное удлинение под нагрузкой</p> <p>Максимальное постоянное удлинение после охлаждения</p>	<p>°С</p> <p>мин</p> <p>Н/см²</p> <p>%</p> <p>%</p>	<p>200</p> <p>15</p> <p>20</p> <p>175</p> <p>15</p>
<p>^a Отклонение: разность между медианным значением, полученным после старения, и медианным значением, полученным до старения, выраженная в процентах от последнего.</p>		

Таблица 23 – Методы и требования к безгалогеновым изоляционным материалам для кабелей

Место испытания	Единица измерения	Требование
<i>Испытание на выделение кислотных газов</i> (ІЕС 60754-1) Содержание брома и хлора (выраженное как HCl), макс.	%	0,5
<i>Испытание на содержание фтора</i> (ІЕС 60684-2) Содержание фтора, макс.	%	0,1
<i>Испытание на определение pH и проводимость</i> (ІЕС 60754-2) pH, мин. Электрическая проводимость, макс.	мкСм/мм	4,3 10
Примечание – Испытание на токсичность находится на этапе рассмотрения.		

Приложение А (обязательное)

Фиктивный метод расчета для определения размеров защитных покрытий

Толщина кабельных защитных покрытий, например, оболочек и брони, обычно соотносилась с номинальными диаметрами кабеля посредством «пошаговых таблиц».

Иногда это вызывало проблемы. Рассчитанные номинальные диаметры не обязательно являются такими же, что и фактические значения, полученные в процессе производства. В граничных случаях могут возникать вопросы, если толщина защитного покрытия не соответствует фактическому диаметру, потому что рассчитанный диаметр слегка отличается. Различная форма жил фасонного сечения у различных производителей и различные методы расчета вызывают различия в номинальных диаметрах и поэтому могут привести к вариациям в толщине защитных покрытий, используемых на одной и той же основной конструкции кабеля.

Во избежание этих трудностей используют фиктивный метод расчета, смысл которого заключается в игнорировании формы и степени уплотнения проводников и расчете фиктивных диаметров по формулам, основанным на площади поперечного сечения проводников, номинальной толщине изоляции и количестве жил. Толщина оболочки и других защитных покрытий затем связывают (соотносят) с фиктивными диаметрами по формулам или таблицам. Точно указывают метод расчета фиктивных диаметров, поэтому отсутствует неопределенность в отношении толщины используемых защитных покрытий, которая не зависит от незначительных различий в производственной практике. Этот метод стандартизирует конструкции кабеля, предварительно рассчитанную толщину и конкретизирует каждое поперечное сечение кабеля.

Фиктивный расчет используют только для определения размеров оболочек и защитных покрытий кабеля. Этот расчет не заменяет расчета фактических диаметров, требуемого для практических целей, которые должны рассчитываться по отдельности.

А.1 Общие положения

Следующий фиктивный метод расчета толщины различных защитных покрытий в кабеле был принят, чтобы гарантировать, что любые различия, которые могут возникать в независимых расчетах, например, вследствие допущения размеров проводника и неизбежных различий между номинальными и фактически полученными диаметрами, будут устранены.

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

Зажимные полосы, например, контрспирали поверх кабельной брони, если они не толще 0,3 мм, игнорируют в данном методе расчета.

А.2 Метод

А.2.1 Проводники

В таблице А.1 для каждого номинального поперечного сечения дается фиктивный диаметр d_L токопроводящей жилы кабеля, не зависимо от формы и плотности укладки.

Таблица А.1 – Фиктивный диаметр проводника

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

А.2.2 Жилы кабеля

Фиктивный диаметр D_c любой жилы кабеля рассчитывают по следующей формуле:

$$D_c = d_L + 2 t_i,$$

где t_i – номинальная толщина изоляции, выраженная в миллиметрах (см. таблицы 5–7).

Если применяется металлический экран или концентрическая токопроводящая жила кабеля, необходимо сделать дополнение в соответствии с А.2.5.

А.2.3 Диаметр по уложенным снаружи жилам кабеля

Фиктивный диаметр по проходящим снаружи жилам кабеля D_f определяют по формуле:

а) для кабелей, все проводники которых имеют одинаковую площадь поперечного сечения:

$$D_f = k D_c,$$

где коэффициент сборки k соответствует указанному в таблице А.2.

б) для четырехжильных кабелей с одним проводником с уменьшенным поперечным сечением:

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

где D_{c1} – фиктивный диаметр изолированного фазового проводника, включая металлический слой, если таковой имеется, выраженный в миллиметрах;

D_{c2} – фиктивный диаметр проводника с уменьшенным поперечным сечением, изоляцию или защитное покрытие, если таковые имеются, выраженный в миллиметрах.

Таблица А.2 – Коэффициент сборки k для уложенных жил

Кол-во жил	Коэффициент сборки k	Кол-во жил	Коэффициент сборки 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 ^а	3,35	30	6,41
8	3,45	31	6,70
8 ^а	3,66	32	6,70
9	3,80	33	6,70
9 ^а	4,00	34	7,00
10	4,00	35	7,00
10 ^а	4,40	36	7,00
11	4,00	37	7,00
12	4,16	38	7,33
12 ^а	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 ^а	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		

^а Жилы собраны в один слой.

СТБ ИЕС 60502-1/ПР_1

А.2.4 Внутренние защитные покрытия

Фиктивный диаметр по внутреннему защитному покрытию D_B определяют по формуле:

$$D_B = D_f + 2 t_B,$$

где $t_B = 0,4$ мм для фиктивных диаметров по уложенным снаружи жилам кабеля D_f до 40 мм (включительно);

$t_B = 0,4$ мм для (D_f) свыше 40 мм.

Эти фиктивные значения для t_B применяют к:

а) многожильным кабелям:

- независимо от того, применяется ли внутреннее защитное покрытие или нет;

- независимо от того, является ли внутреннее защитное покрытие прессованным или уложено внахлест;

Если не используется разделительная оболочка, соответствующая 12.3.3, вместо или дополнительно к внутреннему защитному покрытию, тогда как вместо него используется А.2.7;

б) одножильным кабелям:

когда применяется внутреннее защитное покрытие, независимо от того, является ли оно прессованным или уложенным внахлест.

А.2.5 Концентрические токопроводящие жилы кабеля и металлические экраны

Увеличение в диаметре вследствие концентрической токопроводящей жилы кабеля и металлического экрана показано в таблице А.3.

Таблица А.3 – Увеличение диаметра концентрических токоведущих жил кабеля и металлических экранов

Номинальное поперечное сечение концентрической жилы кабеля или металлического экрана, мм ²	Увеличение в диаметре, мм	Номинальное поперечное сечение концентрической жилы кабеля или металлического экрана, мм ²	Увеличение в диаметре, 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 концентрической жилы кабеля или металлического экрана лежит между двумя значениями, приведенных выше в таблице, тогда увеличение в диаметре является таким, которое дано для большего значения двух поперечных сечений.

Если используют металлический экран, то площадь поперечного сечения экрана, указанного выше в таблице, рассчитывают следующим образом:

а) для ленточного экрана

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

где n_t – количество лент;

t_t – номинальная толщина отдельной ленты, выраженная в миллиметрах;

w_t – номинальная ширина отдельной ленты, выраженная в миллиметрах.

Если общая толщина экрана составляет менее 0,15 мм, тогда увеличение в диаметре должно быть равно нулю:

- для экрана из лент, уложенных внахлест, либо из двух лент, либо из одной с их частичным перекрытием, общая толщина должна составлять двойную толщину ленты;

- для экрана из ленты, расположенной продольно:

- если частичное перекрытие составляет менее 30 %, то общая толщина равна толщине ленты;

- если частичное перекрытие составляет более или равно 30 %, то общая толщина равна двойной толщине ленты

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

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

где n_w – количество проволок;

d_w – диаметр отдельной проволоки, выраженная в миллиметрах;

n_h – количество витков контрспирали;

t_h – толщина контрспирали, выраженная в миллиметрах, если она более 0,3 мм;

w_h – ширина контрспирали, выраженная в миллиметрах.

А.2.6 Свинцовая оболочка

Фиктивный диаметр по свинцовой оболочке D_{pb} определяют по формуле:

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

где D_g – фиктивный диаметр под свинцовой оболочкой, выраженный в миллиметрах;

t_{pb} – толщина, рассчитанная в соответствии с 12.1, выраженная в миллиметрах.

А.2.7 Разделительная оболочка

Фиктивный диаметр по разделительной оболочке D_s определяют по формуле:

$$D_s = D_u + 2 t_s,$$

где D_u – фиктивный диаметр под разделительной оболочкой, выраженный в миллиметрах;

t_s – толщина, рассчитанная в соответствии с 12.3.3, выраженная в миллиметрах.

А.2.8 Подложка, соединенная внахлест

Фиктивный диаметр по подложке, соединенной внахлест (D_{lb}), определяют по формуле:

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

где D_{ulb} – фиктивный диаметр под подложкой, соединенной внахлест, выраженный в миллиметрах;

t_{lb} – толщина подложки, соединенной внахлест, т.е. 1,5 мм в соответствии с 12.3.4, выраженная в миллиметрах.

А.2.9 Дополнительная подложка для кабелей, армированных лентой (поверх внутреннего защитного покрытия)

Таблица А.4 – Увеличение диаметра для дополнительного слоя

Фиктивный диаметр под дополнительной подложкой		Увеличение в диаметре для дополнительной подложки, мм
Свыше, мм	До (включительно), мм	
-	29	1,0
29	-	1,6

А.2.10 Броня кабеля

Фиктивный диаметр по броне кабеля D_x определяют по формуле:

а) броня из плоской или круглой проволоки:

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

где D_A – диаметр под броней кабеля, выраженный в миллиметрах;

t_A – толщина или диаметр проволочной кабельной брони, выраженные в миллиметрах;

t_w – толщина контрспирали, если таковая имеется, выраженная в миллиметрах, если более 0,3 мм.

б) для двойной ленточной кабельной брони:

$$D_x = D_A + 4 t_A,$$

где D_A – диаметр под броней кабеля, выраженный в миллиметрах;

t_A – толщина или диаметр проволочной кабельной брони, выраженные в миллиметрах.

Приложение В (обязательное)

Округление цифр

В.1 Округление цифр для целей метода расчета фиктивных диаметров

Для округления цифр при расчете фиктивных диаметров и определении размеров уровня компонентов в соответствии с приложением А применяют следующие правила.

Если рассчитанное значение на любом этапе имеет несколько десятичных разрядов, значение следует округлять до десятых, т.е. с точностью до 0,1 мм. Фиктивный диаметр на каждом этапе округляют до 0,1 мм и, когда используется для определения толщины или размера перекрывающего слоя, его округляют до использования в соответствующей формуле или таблице. Толщина, рассчитанная из округленного значения фиктивного диаметра, должна, в свою очередь, быть округлена до 0,1 мм, как того требует приложение А.

Для иллюстрации этих правил даются следующие практические примеры:

а) если цифра во втором десятичном разряде до округления равна 0, 1, 2, 3 или 4, тогда цифра, сохраненная в первом десятичном разряде остается неизменной (округление в меньшую сторону);

Примеры:

$$\begin{aligned} 2,12 &\approx 2,1 \\ 2,449 &\approx 2,4 \\ 25,0478 &\approx 25,0 \end{aligned}$$

б) если цифра во втором десятичном разряде до округления равна 9, 8, 7, 6 или 5, тогда цифра, сохраненная в первом десятичном разряде увеличивается на единицу (округление в большую сторону).

Примеры:

$$\begin{aligned} 2,17 &\approx 2,2 \\ 2,453 &\approx 2,5 \\ 30,050 &\approx 30,1 \end{aligned}$$

В.2 Округление цифр для других целей

Для других целей может понадобиться, чтобы цифры были округлены более чем на один десятичный разряд. Это может потребоваться, например, при расчете среднего значения результатов нескольких измерений или минимального значения посредством применения допустимого отклонения в процентах для данного номинального значения. В этих случаях округление проводят до числа десятичных разрядов, указанных в соответствующих разделах.

Метод округления должен быть следующим:

а) если за последней цифрой, которую требуется сохранить перед округлением, следует 0, 1, 2, 3 или 4, она должна остаться неизменной (округление в меньшую сторону);

б) если за последней цифрой, которую требуется сохранить перед округлением, следует 9, 8, 7, 6 или 5, ее увеличивают на единицу (округление в большую сторону).

Примеры:

$$\begin{aligned} 2,449 &\approx 2,45 \text{ (округлено до двух десятичных разрядов)} \\ 2,449 &\approx 2,4 \text{ (округлено до одного десятичного разряда)} \\ 25,0478 &\approx 25,048 \text{ (округлено до трех десятичных разрядов)} \\ 25,0478 &\approx 25,048 \text{ (округлено до двух десятичных разрядов)} \\ 25,0478 &\approx 25,0 \text{ (округлено до одного десятичного разряда)} \end{aligned}$$

Приложение С (обязательное)

Определение твердости изоляции из твердого полипропиленового каучука

С.1 Образец для испытания

Образец для испытания должен представлять собой образец кабеля со сплошной изоляцией, при этом все защитные покрытия с внешней стороны изоляции из твердого полипропиленового каучука, которую необходимо измерить, должны быть аккуратно удалены. В качестве альтернативы можно использовать образец изолированной жилы кабеля.

С.2 Процедура испытания

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

С.2.1 Поверхности большого радиуса искривления

Согласно ISO 48 конструкция измерительного инструмента должна быть такой, чтобы он плотно примыкал к изоляции из твердого полипропиленового каучука, а прижимной механизм и наконечник твердомера могли обеспечивать вертикальный контакт с поверхностью изоляции. Это осуществляют следующими способами:

а) инструмент устанавливают таким образом, чтобы его ножки могли перемещаться в универсальных шарнирах так, чтобы они сами регулировались относительно искривленной (закругленной) поверхности;

б) основание инструмента устанавливают так, чтобы два параллельных штока А и А' находились на расстоянии друг от друга в зависимости от искривления поверхности (см. Рисунок С.1).

Эти методы можно использовать на поверхностях с радиусом искривления до 20 мм.

Если толщина испытуемой изоляции из твердого полипропиленового каучука менее 4 мм, то используют инструмент, описанный в методе в ISO 48, для тонких и малых образцов для испытания.

С.2.2 Поверхности малого радиуса искривления

На поверхностях со слишком маленьким радиусом искривления для методов, изложенных в С.2.1, испытуемый образец устанавливают на той же жесткой основе, что и испытательный инструмент, таким образом, чтобы свести к минимуму корпусное перемещение изоляции из твердого полипропиленового каучука, когда прикладывают увеличивающуюся силу вдавливания к наконечнику твердомера и так, чтобы наконечник находился вертикально над осью испытуемого образца. Подходящими методами являются следующие:

а) расположение испытуемого образца в канавке или желобка в металлическом зажиме (см. рисунок С.2а);

б) расположение концов проводника испытуемого образца в V-образных блоках (см. рисунок С.2б).

Наименьший радиус искривления поверхности, измеряемой этими методами, должен быть не менее 4 мм.

Что касается меньших радиусов, используют инструмент, описанный в методе, который указан в ISO 48, для тонких и маленьких образцов для испытания.

С.2.3 Кондиционирование и испытательная температура

Минимальное время между вулканизацией и испытанием, должно составлять 16 ч.

Испытание проводят при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и образцы для испытания поддерживают при этой температуре в течение не менее 3 ч непосредственно перед испытанием.

С.2.4 Количество измерений

Проводят одно измерение в каждой из трех или пяти точек, распределенных по всему образцу. Среднее значение результатов должно быть взято за твердость испытуемого образца, округлено до целого числа в Международных единицах твердости резины (IRHD).

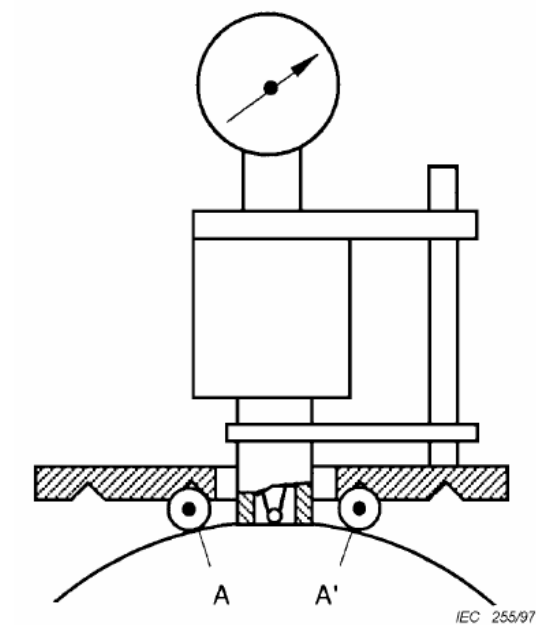


Рисунок С.1 – Испытание на поверхностях большого радиуса искривления

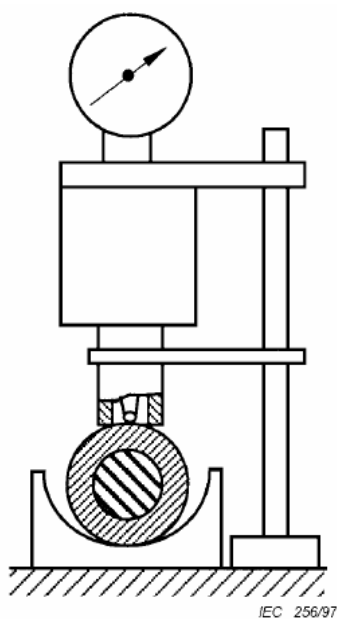


Рисунок С.2а – Испытуемый образец в канавке

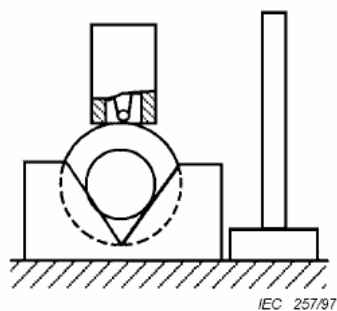


Рисунок С.2b – Испытуемый образец в V-образных блоках

Рисунок С.2 – Испытание на поверхностях малого радиуса искривления

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
ИЕС 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 ИЕС 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
ИЕС 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 ИЕС 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
ИЕС 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	IDT	СТБ ИЕС 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 С
ИЕС 60502-2:2005 Кабели силовые с пресованной изоляцией и кабельная арматура на номинальное напряжение от 1 кВ (Um = 1,2 кВ) до 30 кВ (Um = 36 кВ). Часть 2. Кабели на номинальное напряжение от 6 кВ (Um = 7,2 кВ) до 30 кВ (Um = 36 кВ)	IDT	СТБ ИЕС 60502-2-XXXX Кабели силовые с экструдированной изоляцией и кабельная арматура на номинальное напряжение от 1 кВ (Um = 1,2 кВ) до 30 кВ (Um = 36 кВ). Часть 2. Кабели на номинальное напряжение от 6 кВ (Um = 7,2 кВ) до 30 кВ (Um = 36 кВ)
ИЕС 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
ИЕС 60754-2:1991 Испытания материалов конструкции кабелей на выделение газов при горении. Часть 2. Определение степени кислотности выделяемых газов при горении материалов измерением рН и удельной проводимости	IDT	ГОСТ МЭК 60754-2-2002 Испытания материалов конструкции кабелей при горении. Определение степени кислотности выделяемых газов измерением рН и удельной проводимости
ИЕС 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 ИЕС 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

СТБ ИЕС 60502-1/ПР_1

Продолжение таблицы Д.А.1

Обозначение и наименование международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
ИЕС 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 ИЕС 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
ИЕС 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 водопоглощения. Испытание на усадку	IDT	СТБ ИЕС 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
ИЕС 60811-1-4:1985 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 1. Методы общего применения. Раздел 4. Испытание при низкой температуре	IDT	СТБ ИЕС 60811-1-4-2009 Общие методы испытаний материалов для изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 1-4. Методы общего применения. Испытание при низкой температуре
ИЕС 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 ИЕС 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
ИЕС 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 ИЕС 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 государственного стандарта ссылочному международному стандарту другого года издания

Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта	Обозначение и наименование международного стандарта другого года издания	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
ИЕС 60038:2009 Стандартные напряжения, рекомендуемые ИЕС	ИЕС 60038:1983 Стандартные напряжения, рекомендуемые ИЕС	MOD	ГОСТ 29322-92* (МЭК 38-83) Стандартные напряжения (ИЕС 60038:1983, MOD)
ИЕС 60228:2004 Проводники изолированных кабелей	ИЕС 60228:1978 Токопроводящие жилы изолированных кабелей	MOD	ГОСТ 22483-77 Жилы токопроводящие медные и алюминиевые для кабелей, проводов и шнуров. Основные параметры. Технические требования (ИЕС 60228:1978, MOD)

Продолжение 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 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)

СТБ ІЕС 60502-1/ПР_1

Директор БелГІСС

В.Л. Гуревич

Заместитель директора БелГІСС
по техническому нормированию
и стандартизации

А.Г.Лескова

Начальник ТО-13

В.Н. Чаусов

Начальник ТС-131

Г.И. Ромбак

Инженер 1 категории

Т.М. Граблюк