



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**КАБЕЛІ СИЛОВІ
З ЕКСТРУДОВАНОЮ ІЗОЛЯЦІЄЮ
Й АРМАТУРА ДО НИХ
НА НОМІНАЛЬНУ НАПРУГУ
від 1 кВ ($U_m = 1,2$ кВ)
до 30 кВ ($U_m = 36$ кВ)**

**Частина 1. Кабелі на номінальну напругу
1 кВ ($U_m = 1,2$ кВ) і 3 кВ ($U_m = 3,6$ кВ)
(IEC 60502-1:2004, IDT)**

ДСТУ IEC 60502-1:2009

БЗ № 1–2010/20

Київ
ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ
2011

ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: Закрите акціонерне товариство завод «Південкабель»

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **Ю. Антонець**, канд. техн. наук; **Л. Васи́лець**, канд. техн. наук (науковий керівник); **В. Золотарьов**, канд. техн. наук; **В. Карпушенко**, канд. екон. наук; **Є. Чопов**; **А. Шурупова**

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Держспоживстандарту України від 14 грудня 2009 р. № 448 з 2011–07–01

3 Національний стандарт ідентичний IEC 60502-1:2004 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) (Кабелі силові з екструдованою ізоляцією й арматура до них на номінальну напругу від 1 кВ ($U_m = 1,2$ кВ) до 30 кВ ($U_m = 36$ кВ). Частина 1. Кабелі на номінальну напругу 1 кВ ($U_m = 1,2$ кВ) і 3 кВ ($U_m = 3,6$ кВ))

Ступінь відповідності — ідентичний (IDT)

Переклад з англійської (en)

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

Право власності на цей документ належить державі.
Відтворювати, тиражувати і розповсюджувати його повністю чи частково
на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу заборонено.
Стосовно врегулювання прав власності треба звертатися до Держспоживстандарту України

Держспоживстандарт України, 2011

ЗМІСТ

	С.
Національний вступ	VII
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	1
3 Терміни та визначення понять	3
3.1 Визначення розмірних параметрів (товщина, переріз, тощо)	3
3.2 Визначення щодо випробовування	4
4 Познаки напруги і матеріали	4
4.1 Номінальна напруга	4
4.2 Ізоляційні матеріали	5
4.3 Матеріали оболонки	5
5 Струмopовідні жили	6
6 Ізоляція	6
6.1 Матеріал	6
6.2 Товщина ізоляції	6
7 Осердя багатожильних кабелів, поясна ізоляція і заповнення	8
7.1 Поясна ізоляція і заповнення	8
7.2 Кабелі на номінальну напругу 0,6/1 (1,2) кВ	8
7.3 Кабелі на номінальну напругу 1,8/3 (3,6) кВ	9
8 Металеві шари одножильних і багатожильних кабелів	9
9 Металевий екран	9
9.1 Конструкція	9
9.2 Вимоги	10
10 Концентрична жила	10
10.1 Конструкція	10
10.2 Вимоги	10
10.3 Розташування концентричної жили	10
11 Свинцева оболонка	10
12 Металева броня	10
12.1 Типи металевої броні	10
12.2 Матеріали	10
12.3 Розташування броні	11
12.4 Розміри дротів і стрічок броні	11

12.5 Залежність розмірів броні від діаметра кабелю	11
12.6 Броня з круглого або плаского дроту	12
12.7 Подвійна стрічкова броня	12
13 Зовнішня оболонка	12
13.1 Загальні положення	12
13.2 Матеріал	12
13.3 Товщина	13
14 Умови випробовування	13
14.1 Температура навколишнього середовища	13
14.2 Частота і форма хвилі випробовувальної напруги промислової частоти	13
14.3 Форма хвилі імпульсної випробовувальної напруги	13
15 Приймально-здавальні випробовування	13
15.1 Загальні положення	13
15.2 Електричний опір струмопровідних жил	13
15.3 Випробовування напругою	14
16 Випробовування зразків	14
16.1 Загальні положення	14
16.2 Періодичність проведення випробовування зразків	15
16.3 Повторні випробовування	15
16.4 Перевіряння струмопровідної жили	15
16.5 Вимірювання товщини ізоляції і неметалевих оболонок (разом із екструдованою розділовою оболонкою, за винятком екструдованої поясної ізоляції)	15
16.6 Вимірювання товщини свинцевої оболонки	16
16.7 Вимірювання бронедроту і стрічки броні	16
16.8 Вимірювання зовнішнього діаметра	16
16.9 Випробовування на теплову деформацію ізоляції з EPR, HEPR, XLPE та еластомерних оболонок	16
17 Електричні випробовування типу	17
17.1 Вимірювання опору ізоляції за температури навколишнього середовища	17
17.2 Вимірювання опору ізоляції за максимально допустимої температури жили	17
17.3 Випробовування напругою протягом 4 год	18
17.4 Випробовування імпульсною напругою кабелів на номінальну напругу 1,8/3 (3,6) кВ	18
18 Неелектричні випробовування типу	18
18.1 Вимірювання товщини ізоляції	18

18.2 Вимірювання товщини неметалевих оболонок (разом із екструдованою розділовою оболонкою, за винятком поясної ізоляції)	18
18.3 Випробовування для визначання механічних характеристик ізоляції до і після старіння	18
18.4 Випробовування для визначання механічних характеристик неметалевих оболонок до і після старіння	19
18.5 Додаткове випробовування на старіння зразків готових кабелів	19
18.6 Випробовування для визначання втрати маси оболонок з PVC типу ST ₂	19
18.7 Випробовування натисненням за високої температури ізоляції та неметалевих оболонок	19
18.8 Випробовування ізоляції і оболонок з PVC та безгалогенних оболонок за низької температури	20
18.9 Випробовування на стійкість до розтріскування ізоляції і оболонок з PVC (випробовування на тепловий удар)	20
18.10 Випробовування на озоностійкість ізоляції з EPR і HEPR	20
18.11 Випробовування на теплову деформацію ізоляції з EPR, HEPR, XLPE та еластомерних оболонок	20
18.12 Випробовування на стійкість до дії мінеральної оливи еластомерних оболонок	20
18.13 Випробовування ізоляції на водовбирання	20
18.14 Випробовування на вогнестійкість	20
18.15 Визначання вмісту сажі в зовнішніх оболонках з PE чорного кольору	21
18.16 Випробовування на зсідання ізоляції з XLPE	21
18.17 Спеціальне випробовування на вигинання	21
18.18 Визначання твердості ізоляції з HEPR	21
18.19 Визначання модуля еластичності ізоляції з HEPR	22
18.20 Випробовування на зсідання зовнішніх оболонок з PE	22
18.21 Додаткові механічні випробовування безгалогенних зовнішніх оболонок	22
18.22 Випробовування на водовбирання безгалогенних зовнішніх оболонок	22
19 Електричні випробовування після прокладання	22
Додаток А Метод умовного розраховування для визначання розмірів захисних покриттів	29
Додаток В Округлення чисел	33
Додаток С Визначання твердості ізоляції з HEPR	34
Рисунок С.1 — Випробовування на поверхні з великим радіусом кривизни	35
Рисунок С.2 — Випробовування на поверхні з невеликим радіусом кривизни	35
Таблиця 1 — Рекомендовані значення номінальної напруги U_0	5
Таблиця 2 — Ізоляційні матеріали	5

Таблиця 3 — Максимально допустима температура жили для різних типів ізоляційних матеріалів	5
Таблиця 4 — Максимально допустима температура жили для різних типів матеріалів оболонки	6
Таблиця 5 — Номінальна товщина ізоляції з PVC/A	6
Таблиця 6 — Номінальна товщина ізоляції зі зшитого поліетилену (XLPE)	7
Таблиця 7 — Номінальна товщина ізоляції з етиленпропіленової гуми (EPR) і високомодульної етиленпропіленової гуми HEPR)	7
Таблиця 8 — Товщина екструдованої поясної ізоляції	8
Таблиця 9 — Номінальний діаметр круглих дротів для броні	11
Таблиця 10 — Номінальна товщина стрічок для броні	12
Таблиця 11 — Випробовувальна напруга під час приймально-здавальних випробовувань	14
Таблиця 12 — Кількість зразків під час випробовування зразків	15
Таблиця 13 — Вимоги до електричних випробовувань типу ізоляційних матеріалів	22
Таблиця 14 — Неелектричні випробовування типу (див. таблиці 15—23)	23
Таблиця 15 — Випробовування і вимоги до механічних характеристик ізоляційних матеріалів (до і після старіння)	24
Таблиця 16 — Випробовування і вимоги до специфічних характеристик PVC компаундів для ізоляції	25
Таблиця 17 — Випробовування і вимоги до специфічних характеристик різних термореактивних компаундів для ізоляції	25
Таблиця 18 — Випробовування і вимоги до механічних характеристик компаундів для оболонки (до і після старіння)	26
Таблиця 19 — Випробовування і вимоги до специфічних характеристик PVC компаундів для оболонки	26
Таблиця 20 — Випробовування і вимоги до специфічних характеристик компаундів на основі термопластичного PE для оболонки	27
Таблиця 21 — Випробовування і вимоги до специфічних характеристик безгалогенних компаундів для оболонки	28
Таблиця 22 — Випробовування і вимоги до специфічних характеристик еластомерних компаундів для оболонки	28
Таблиця 23 — Випробовування і вимоги до безгалогенних компаундів	29
Таблиця A.1 — Розрахунковий діаметр струмопровідної жили	30
Таблиця A.2 — Коефіцієнт скручування k для скручених ізольованих жил	30
Таблиця A.3 — Збільшення діаметра за рахунок концентричної жили і металевих екранів	31
Таблиця A.4 — Збільшення діаметра за рахунок додаткової подушки	33
Додаток НА Перелік національних стандартів України, згармонізованих із міжнародними стандартами, посилання які є в цьому стандарті	36

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад IEC 60502-1:2004 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) (Кабелі силові з екструдованою ізоляцією й арматура до них на номінальну напругу від 1 кВ ($U_m = 1,2$ кВ) до 30 кВ ($U_m = 36$ кВ)). Частина 1. Кабелі на номінальну напругу 1 кВ ($U_m = 1,2$ кВ) і 3 кВ ($U_m = 3,6$ кВ).

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт в Україні, — ТК 131 «Електроізоляційна та кабельна техніка».

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству України.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- назву стандарту наведено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Передмову», «Зміст», «Національний вступ», першу сторінку, «Терміни та визначення понять» і «Бібліографічні дані» — оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- додано національний довідковий додаток НА;
- у розділі 2 «Нормативні посилання» подано «Національне пояснення», виділене в тексті рамкою.

ІЕС 60754-1, ІЕС 60811-1-1, ІЕС 60811-1-2, ІЕС 60811-1-3, ІЕС 60811-1-4, ІЕС 60811-2-1, ІЕС 60811-3-1, ІЕС 60811-3-2, ІЕС 60811-4-1, на які є посилання в цьому стандарті, впроваджено в Україні як національні стандарти. На основі ІЕС 60332-1, ІЕС 60332-3-24, ІЕС 61034-2 розроблено стандарти ДСТУ 4216:2003, ДСТУ 4237-3-24:2004 та ДСТУ 4367-2:2004 відповідно. Перелік їх наведено в додатку НА. Решту стандартів в Україні не впроваджено і чинні документи замість них відсутні.

Копії нормативних документів, на які є посилання в цьому стандарті, можна отримати у Головному фонді нормативних документів.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**КАБЕЛІ СИЛОВІ З ЕКСТРУДОВАНОЮ ІЗОЛЯЦІЄЮ
Й АРМАТУРА ДО НИХ НА НОМІНАЛЬНУ НАПРУГУ
від 1 кВ ($U_m = 1,2$ кВ) до 30 кВ ($U_m = 36$ кВ)**

**Частина 1. Кабелі на номінальну напругу
1 кВ ($U_m = 1,2$ кВ) і 3 кВ ($U_m = 3,6$ кВ)**

**КАБЕЛИ СИЛОВЫЕ С ЭКСТРУДИРОВАННОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ
И АРМАТУРА К НИМ 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)**

**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)**

Чинний від 2011-07-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт установлює вимоги до конструкції, розмірів та вимоги щодо випробування силових кабелів з екструдованою суцільною ізоляцією на номінальну напругу 1 кВ ($U_m = 1,2$ кВ) і 3 кВ ($U_m = 3,6$ кВ) для стаціонарного прокладання в розподільчих мережах і промислових установках.

Цей стандарт поширюється на кабелі, що мають властивості непоширення горіння та низькі рівні виділення диму і безгалогенних газів під дією вогню.

Стандарт не поширюється на кабелі, що призначені для спеціальних умов прокладання і експлуатації, наприклад, для повітряних ліній електропередавання, вугільної промисловості, ядерних електростанцій (всередині або біля ядерної зони), для використання під водою або на судах.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Наведені нижче нормативні документи обов'язкові для застосування в цьому стандарті. У разі датованих посилань застосовують тільки наведені видання. У разі недатованих посилань треба користуватися останнім виданням нормативних документів (разом зі змінами).

IEC 60038:1983 IEC standard voltages

IEC 60060-1:1989 High-voltage test techniques — Part 1: General definitions and test requirements

IEC 60183:1984 Guide to the selection of high-voltage cables

IEC 60228:1978 Conductors of insulated cables

IEC 60230:1966 Impulse tests on cables and their accessories

IEC 60332-1:1993 Tests on electric cables under fire conditions — Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable

IEC 60332-3-24:2000 Tests on electric cables under fire conditions — Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables — Category C

IEC 60502-2:1997 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 2: Cables for rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)

IEC 60684-2:1987 Flexible insulating sleeving — Part 2: Methods of test

IEC 60724:2000, Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)

IEC 60754-1:1994 Test on gases evolved during combustion of materials from cables — Part 1: Determination of the amount of halogen gas

IEC 60754-2:1991 Test on gases evolved during combustion of electric cables — Part 2: Determination of degree of acidity of gases evolved during the combustion of materials taken from electric cables by measuring pH and conductivity

IEC 60811-1-1:1993 Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables — Part 1: Methods for general application — Section 1: Measurement of thickness and overall dimensions — Tests for determining the mechanical properties

IEC 60811-1-2:1985 Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables — Part 1: Methods for general application — Section 2: Thermal ageing methods

IEC 60811-1-3:1993 Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables — Part 1: Methods for general application — Section 3: Methods for determining the density — Water absorption tests — Shrinkage test

IEC 60811-1-4:1985 Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables — Part 1: Methods for general application — Section 4: Test at low temperature

IEC 60811-2-1:1998 Insulating and sheathing materials of electric and optical cables — Common test methods — Part 2-1: Methods specific to elastomeric compounds — Ozone resistance, hot set and mineral oil immersion tests

IEC 60811-3-1:1985 Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables — Part 3: Methods specific to PVC compounds — Section 1: Pressure test at high temperature — Tests for resistance to cracking

IEC 60811-3-2:1985 Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables — Part 3: Methods specific to PVC compounds — Section 2: Loss of mass test — Thermal stability test

IEC 60811-4-1:1985 Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables — Part 4: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds — Section 1: Resistance to environmental stress cracking — Wrapping test after thermal ageing in air — Measurement of the melt flow index — Carbon black and/or mineral content measurement in PE

IEC 61034-2:1997 Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions — Part 2: Test procedure and requirements

ISO 48:1994 Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD).

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

IEC 60038 Стандартні напруги згідно з IEC

IEC 60060-1 Випробовування високою напругою. Частина 1. Загальні визначення і вимоги щодо випробовувань

IEC 60183 Настанова щодо вибирання високовольтних кабелів

IEC 60228 Струмопровідні жили ізольованих кабелів

IEC 60230 Імпульсні випробовування кабелів і арматури до них

IEC 60332-1 Випробовування електричних кабелів в умовах впливу вогню. Частина 1. Випробовування на поширення полум'я поодинокі прокладеного вертикально розташованого ізольованого проводу або кабелю

IEC 60332-3-24 Випробовування електричних кабелів в умовах впливу вогню. Частина 3-24. Випробовування на поширення полум'я вертикально розташованих проводів або кабелів, прокладених у пучках. Категорія C

ІЕС 60502-2 Кабелі силові з екструдованою ізоляцією і арматура до них на номінальну напругу від 1 кВ ($U_m = 1,2$ кВ) до 30 кВ ($U_m = 36$ кВ). Частина 2. Кабелі на номінальну напругу від 6 кВ ($U_m = 7,2$ кВ) до 30 кВ ($U_m = 36$ кВ)

ІЕС 60684-2 Гнучкі електроізоляційні трубки. Частина 2. Методи випробовувань

ІЕС 60724 Норми температури під час короткого замикання електричних кабелів на номінальну напругу 1 кВ ($U_m = 1,2$ кВ) і 3 кВ ($U_m = 3,6$ кВ)

ІЕС 60754-1 Випробовування на гази, які виділяються під час згоряння матеріалів кабелів. Частина 1. Визначання кількості галогеноводнів

ІЕС 60754-2 Випробовування на гази, які виділяються під час згоряння матеріалів кабелів. Частина 2. Визначання ступеня кислотності газів, що виділяються під час горіння полімерних матеріалів, які зняті з електричних кабелів, визначанням рН та питомої електропровідності

ІЕС 60811-1-1 Загальні методи випробовування матеріалів ізоляції та оболонок електричних кабелів. Частина 1. Методи загального застосування. Секція 1. Вимірювання товщини і зовнішніх розмірів. Випробування для визначення механічних властивостей

ІЕС 60811-1-2 Загальні методи випробовування матеріалів ізоляції та оболонок електричних кабелів. Частина 1. Методи загального застосування. Секція 2. Методи теплового старіння

ІЕС 60811-1-3 Загальні методи випробовування матеріалів ізоляції та оболонок електричних кабелів. Частина 1. Методи загального застосування. Секція 3. Методи визначання густини. Випробовування на водовбирання. Випробовування на зсідання

ІЕС 60811-1-4 Загальні методи випробовування матеріалів ізоляції та оболонок електричних кабелів. Частина 1. Методи загального застосування. Секція 4. Випробування за низької температури

ІЕС 60811-2-1 Матеріали ізоляції і оболонок електричних та оптичних кабелів. Загальні методи випробовування. Частина 2-1. Спеціальні методи випробовування еластомерних композицій. Випробовування на озоностійкість, теплову деформацію і стійкість до дії мінеральної оливи

ІЕС 60811-3-1 Загальні методи випробовування матеріалів ізоляції та оболонок електричних кабелів. Частина 3. Спеціальні методи випробовування PVC композицій. Секція 1. Випробовування натисненням за високої температури. Випробовування на стійкість до розтріскування

ІЕС 60811-3-2 Загальні методи випробовування матеріалів ізоляції та оболонок електричних кабелів. Частина 3. Спеціальні методи випробовування PVC композицій. Секція 2. Визначання втрати маси. Випробовування на термостійкість

ІЕС 60811-4-1 Загальні методи випробовування матеріалів ізоляції та оболонок електричних кабелів. Частина 4. Спеціальні методи випробовування поліетиленових і поліпропіленових композицій. Секція 1. Стійкість до розтріскування за дії зовнішніх чинників. Випробовування навивання після теплового старіння на повітрі. Визначання індексу текучості розплаву. Визначання вмісту сажі і (або) мінерального наповнювача в PE

ІЕС 61034-2 Вимірювання густини диму, що утворюється під час згоряння кабелів у певних умовах. Частина 2. Метод випробовування та вимоги

ISO 48 Вулканізована або термопластична гума. Визначання твердості (твердість в межах від 10 IRHD до 100 IRHD).

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни, вжиті в цьому стандарті, та визначення позначених ними понять.

3.1 Визначення розмірних параметрів (товщина, переріз тощо)

3.1.1 номінальне значення (*nominal value*)

Значення, яким визначають величину параметра, і яке часто використовують у таблицях.

Примітка. Наведені в цьому стандарті номінальні значення — це значення, які перевіряють вимірюванням з урахуванням установлених граничних відхилів

3.1.2 орієнтовне значення (*approximate value*)

Значення, яке не нормують і не перевіряють; його застосовують, наприклад, під час розрахування інших розмірних параметрів

3.1.3 медіанне значення (*median value*)

Отримані результати розташовують у ряд за порядком зростання або спадання числових значень і визначають медіанне значення, яке перебуває в середині ряду, якщо число отриманих результатів непарне, або є середнім арифметичним двох значень, що перебувають у середині ряду, якщо число результатів парне

3.1.4 розрахункове значення (*fictitious value*)

Значення, обчислене за «методом умовного розраховування», наведеним у додатку А.

3.2 Визначення щодо випробовування**3.2.1 приймально-здавальні випробовування (*routine tests*)**

Випробовування, що проводить виробник на кожній будівельній довжині кабелю з метою перевіряння відповідності кожної довжини встановленим вимогам

3.2.2 випробовування зразків (*sample tests*)

Випробовування, що проводить виробник на зразках готового кабелю або на конструктивних елементах, узятих від готового кабелю, за встановленої періодичності з метою перевіряння відповідності готового виробу встановленим вимогам

3.2.3 випробовування типу (*type tests*)

Випробовування типу проводить виробник на стадії поставлення на виробництво кабелю згідно з цим стандартом для того, щоб гарантувати відповідність його експлуатаційних характеристик устанавленим вимогам.

Примітка. Після проведення випробовувань типу немає необхідності в їх повторенні до тих пір, доки не будуть внесені зміни у матеріали, що використовуються, конструкцію кабелю або технологію виготовлення, які можуть вплинути на його експлуатаційні характеристики

3.2.4 електричні випробовування після прокладання (*electrical tests after installation*)

Випробовування, що проводять, щоб перевірити якість кабелю і його арматури після прокладання.

4 ПОЗНАКИ НАПРУГИ І МАТЕРІАЛИ**4.1 Номінальна напруга**

У цьому стандарті розглядають такі номінальні напруги кабелів U_0/U (U_m): 0,6/1 (1,2) кВ і 1,8/3 (3,6) кВ.

Примітка 1. Наведені значення напруги є переважними, хоча в деяких країнах використовують інші значення, наприклад, 1,7/3 кВ або 1,9/3,3 кВ замість 1,8/3 кВ.

У наведених позначках напруги кабелів U_0/U (U_m):

- U_0 — номінальна напруга промислової частоти між кожною із струмопровідних жил і землею або металевим екраном, на яку розраховано кабель;
- U — номінальна напруга промислової частоти між струмопровідними жилами, на яку розраховано кабель;
- U_m — максимальне значення напруги мережі, за якого можна використовувати устаткування (див. ІЕС 60038).

Номінальна напруга кабелю для певної сфери застосування повинна відповідати умовам роботи мережі, в якій використовується кабель. Для полегшення вибирання кабелю мережі підрозділяють на три категорії:

— **категорія А.** До цієї категорії відносять мережі, в яких будь-яка фазна жила, що перебуває у контакті з землею або жилою уземлення, від'єднується від системи протягом 1 хв;

— **категорія В.** До цієї категорії відносять мережі, які за умов пробою продовжують працювати протягом порівняно короткого часу з однією уземленою фазою. Відповідно до ІЕС 60183 цей період не повинен бути більше ніж 1 год. Для кабелів, описаних у цьому стандарті, допускається триваліший період, але не більше ніж 8 год для кожного окремого замикання. Загальна тривалість замикань на землю за один рік не повинна бути більше ніж 125 год;

— **категорія С.** До цієї категорії відносять усі мережі, які не увійшли до категорій А або В.

Примітка 2. Слід мати на увазі, що в мережі, де коротке замикання на землю не усувається автоматично і швидко, надмірні напруги на ізоляцію кабелю під час короткого замикання на землю певною мірою скорочують строк служби кабелів. Якщо передбачено, що мережа працюватиме досить часто в умовах тривалого короткого замикання на землю, то доцільно віднести мережу до категорії С.

У таблиці 1 наведені значення U_0 , рекомендовані для кабелів, що використовуються в трифазних мережах:

Таблиця 1 — Рекомендовані значення номінальної напруги U_0

Найбільша напруга мережі U_m , кВ	Номінальна напруга U_0 , кВ	
	Категорія А і В	Категорія С
1,2	0,6	0,6
3,6	1,8	3,6*)
*) Ця категорія поширюється на кабелі на номінальну напругу 3,6/6 (7,2) кВ згідно з ІЕС 60502-2.		

4.2 Ізоляційні матеріали

Типи ізоляційних матеріалів та їх скорочені позначки для кабелів у цьому стандарті наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 — Ізоляційні матеріали

Ізоляційний матеріал	Скорочена позначка
а) Термопластичний: Полівінілхлорид, призначений для кабелів на номінальну напругу $U_0/U \leq 1,8/3$ кВ	PVC/A*)
б) Термореактивний: Етиленпропіленова гума або аналогічний матеріал (EPM або EPDM)	EPR
Високомодульна або підвищеної твердості етиленпропіленова гума	HEPR
Зшитий поліетилен	XLPE
*) Ізоляційні компаунди на основі полівінілхлориду, призначені для кабелів на номінальну напругу $U_0/U = 3,6/6$ кВ, мають позначки PVC/B згідно з ІЕС 60502-2.	

Максимально допустиму температуру струмопровідної жили для різних ізоляційних матеріалів, згідно з цим стандартом, наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 — Максимально допустима температура жили для різних типів ізоляційних матеріалів

Ізоляційний матеріал	Максимально допустима температура жили, °C	
	Нормальний режим	Коротке замикання (тривалість до 5 с)
Полівінілхлорид (PVC/A):		
— площа перерізу струмопровідної жили ≤ 300 мм ²	70	160
— площа перерізу струмопровідної жили > 300 мм ²	70	140
Зшитий поліетилен (XLPE)	90	250
Етиленпропіленова гума (EPR та HEPR)	90	250

Значення температури, наведені в таблиці 3, базуються на специфічних властивостях ізоляційних матеріалів. Під час розраховування номінальної сили струму на основі цих значень слід враховувати інші чинники.

Наприклад, за нормальної експлуатації, якщо кабель прокладений безпосередньо в ґрунті і експлуатується в тривалому режимі (100 % коефіцієнт навантаження) за вказаної в таблиці максимально допустимої температури струмопровідної жили, то питомий тепловий опір ґрунту, що оточує кабель, може з часом збільшитися порівняно зі своїм первинним значенням внаслідок його висушування. У цьому випадку температура жили може значно перевищувати максимально допустиме значення. Якщо можливі такі умови експлуатації, то треба вжити відповідних заходів.

Рекомендації щодо вибору температури за короткого замикання наведено в ІЕС 60724.

4.3 Матеріали оболонки

Максимально допустиму температуру струмопровідної жили для різних типів матеріалів оболонки кабелів, згідно з цим стандартом, наведено в таблиці 4.

Таблиця 4 — Максимально допустима температура жили для різних типів матеріалів оболонки

Матеріал оболонки	Скорочена позначка	Максимальна температура жили за нормальної експлуатації, °C
а) Термопластичний:		
полівінілхлорид (PVC)	ST ₁	80
	ST ₂	90
поліетилен	ST ₃	80
	ST ₇	90
безгалогенний матеріал	ST ₈	90
б) Еластомерний:		
поліхлоропрен, хлорсульфований поліетилен або аналогічний полімер	SE ₁	85

5 СТРУМОПРОВІДНІ ЖИЛИ

Струмопровідні жили повинні бути класу 1 або 2 із відпаленої міді з металевим покриттям або без нього, або з алюмінію або його сплаву, або класу 5 з міді з металевим покриттям або без нього і відповідати ІЕС 60228.

6 ІЗОЛЯЦІЯ

6.1 Матеріал

Ізоляція повинна бути виконана з екструдованого ізоляційного матеріалу одного з типів, вказаних у таблиці 2.

Для безгалогенних кабелів ізоляція повинна відповідати вимогам, що наведені в таблиці 23.

6.2 Товщина ізоляції

Номинальну товщину ізоляції наведено в таблицях 5—7.

Товщина розділової оболонки не входить в товщину ізоляції.

Таблиця 5 — Номинальна товщина ізоляції із PVC/A

Номинальна площа перерізу жили, мм ²	Номинальна товщина ізоляції за номинальної напруги U_0/U (U_m)	
	0,6/1 (1,2) кВ, мм	1,8/3 (3,6) кВ, мм
1,5 і 2,5	0,8	—
4 і 6	1,0	—
10 і 16	1,0	2,2
25 і 35	1,2	2,2
50 і 70	1,4	2,2
95 і 120	1,6	2,2
150	1,8	2,2
185	2,0	2,2
240	2,2	2,2
300	2,4	2,4
400	2,6	2,6
500—800	2,8	2,8
1000	3,0	3,0
Примітка. Використовувати струмопровідні жили з площею перерізу меншою, ніж наведено в таблиці, не рекомендовано.		

Таблиця 6 — Номінальна товщина ізоляції зі зшитого поліетилену (XLPE)

Номінальна площа перерізу жили, мм ²	Номінальна товщина ізоляції за номінальної напруги U_0/U (U_m)	
	0,6/1 (1,2) кВ, мм	1,8/3 (3,6) кВ, мм
1,5 і 2,5	0,7	—
4 і 6	0,7	—
10 і 16	0,7	2,0
25 і 35	0,9	2,0
50	1,0	2,0
70 і 95	1,1	2,0
120	1,2	2,0
150	1,4	2,0
185	1,6	2,0
240	1,7	2,0
300	1,8	2,0
400	2,0	2,0
500	2,2	2,2
630	2,4	2,4
800	2,6	2,6
1000	2,8	2,8

Примітка. Використовувати струмопровідні жили з площею перерізу меншою, ніж наведено в таблиці, не рекомендовано.

Таблиця 7 — Номінальна товщина ізоляції з етиленпропіленової гуми (EPR) і високомодульної етиленпропіленової гуми (HEPR)

Номінальна площа перерізу жили, мм ²	Номінальна товщина ізоляції за номінальної напруги U_0/U (U_m)			
	0,6/1 (1,2) кВ		1,8/3 (3,6) кВ	
	EPR, мм	HEPR, мм	EPR, мм	HEPR, мм
1,5 і 2,5	1,0	0,7	—	—
4 і 6	1,0	0,7	—	—
10 і 16	1,0	0,7	2,2	2,0
25 і 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

Кінець таблиці 7

Номінальна площа перерізу жили, мм ²	Номінальна товщина ізоляції за номінальної напруги U_0/U (U_m)			
	0,6/1 (1,2) кВ		1,8/3 (3,6) кВ	
	EPR, мм	HEPR, мм	EPR, мм	HEPR, мм
630	2,8	2,4	2,8	2,4
800	2,8	2,6	2,8	2,6
1000	3,0	2,8	3,0	2,8
Примітка. Використовувати струмопровідні жили з площею перерізу меншою, ніж наведено в таблиці, не рекомендовано.				

7 ОСЕРДЯ БАГАТОЖИЛЬНИХ КАБЕЛІВ, ПОЯСНА ІЗОЛЯЦІЯ І ЗАПОВНЕННЯ

Конструкція осердя кабелів залежить від номінальної напруги і наявності металевго екрана, накладеного на кожну ізольовану жилу.

Вимоги 7.1—7.3 не поширюються на одножильні кабелі в оболонці.

7.1 Поясна ізоляція і заповнення

7.1.1 Конструкція

Поясна ізоляція може бути екструдованою або зі стрічок.

Для кабелів із круглими жилами, за винятком кабелів із кількістю жил більше ніж п'ять, стрічкова поясна ізоляція допускається, якщо проміжки між жилами заповнені відповідним чином.

Допускається застосування скріпної стрічки перед накладенням екструдованої поясної ізоляції.

7.1.2 Матеріал

Матеріали, які використовують для поясної ізоляції і заповнення, повинні відповідати робочій температурі кабелю і бути сумісні з матеріалом ізоляції.

Поясна ізоляція і заповнювачі безгалогенних кабелів повинні відповідати вимогам, наведеним у таблиці 23.

7.1.3 Товщина екструдованої поясної ізоляції

Орієнтовна товщина екструдованої поясної ізоляції повинна відповідати зазначеній в таблиці 8.

Таблиця 8 — Товщина екструдованої поясної ізоляції

Розрахунковий діаметр по скручених ізольованих жилах, мм	Товщина екструдованої поясної ізоляції (орієнтовне значення), мм
До 25 включ.	1,0
Понад 25 » 35 »	1,2
» 35 » 45 »	1,4
» 45 » 60 »	1,6
» 60 » 80 »	1,8
» 80	2,0

7.1.4 Товщина стрічкової поясної ізоляції

Орієнтовна товщина стрічкової поясної ізоляції повинна бути 0,4 мм для розрахункових діаметрів по скручених ізольованих жилах до 40 мм включно, і 0,6 мм — для більших діаметрів.

7.2 Кабелі на номінальну напругу 0,6/1 (1,2) кВ

Кабелі на номінальну напругу 0,6/1 (1,2) кВ можуть мати металевий шар, накладений по скрутню ізольованих жил.

Примітка. Вибір між кабелями з металевим шаром або без нього залежить від національних правил і вимог до прокладання, що передбачають вимоги щодо механічного захисту або захисту від прямого електричного контакту.

7.2.1 Кабелі, що мають спільний металевий шар (див. розділ 8)

Кабелі повинні мати поясну ізоляцію по скручених ізольованих жилах. Поясна ізоляція і заповнення повинні відповідати вимогам 7.1.

Металеві стрічки можуть бути накладені безпосередньо на скручені жили без поясної ізоляції, якщо номінальна товщина кожної стрічки не більше ніж 0,3 мм і готовий кабель відповідає спеціальному випробовуванню на вигинання згідно з 18.17.

7.2.2 Кабелі без спільного металевих шару (див. розділ 8)

Поясна ізоляція може не накладатися, якщо кабель має практично круглу форму і немає адгезії між ізольованими жилами і оболонкою.

Зовнішня оболонка може проникати в проміжки між жилами крім випадків, коли термопластична зовнішня оболонка накладається на осердя із круглих ізольованих жил з площею перерізу понад 10 мм².

Якщо поясна ізоляція накладається, то вимог 7.1.3 або 7.1.4 щодо її товщини не висувають.

7.3 Кабелі на номінальну напругу 1,8/3 (3,6) кВ

Кабелі на номінальну напругу 1,8/3 (3,6) кВ повинні мати металевий шар, що накладається або на кожну жилу або на скручені ізольовані жили.

7.3.1 Кабелі, що мають лише загальний металевий шар (див. розділ 8)

Кабелі повинні мати поясну ізоляцію по скручених ізольованих жилах. Поясна ізоляція і заповнення повинні відповідати вимогам 7.1 і бути негігроскопічними.

7.3.2 Кабелі, що мають металевий шар по кожній ізольованій жилі (див. розділ 9)

Металеві шари ізольованих жил повинні контактувати між собою.

Кабелі зі спільним металевим шаром (див. розділ 8), який виконано з такого самого матеріалу, що і металеві шари по жилах, повинні мати поясну ізоляцію по скручених жилах. Поясна ізоляція і заповнення повинні відповідати вимогам 7.1 і бути негігроскопічними.

Якщо металеві шари по жилах і загальний металевий шар виконано з різних матеріалів, то їх має бути відокремлено один від одного екструдованою оболонкою, матеріал якої наведено в 13.2. Для кабелів у свинцевій оболонці відокремлення від металевих шарів по ізольованих жилах може бути зроблено поясною ізоляцією відповідно до 7.1.

Для кабелів, що не мають броні, концентричної жили або іншого загального металевих шару (див. розділ 8), поясну ізоляцію можна не накладати за умови, що кабель має практично круглу форму. Зовнішня оболонка може проникати в проміжки між жилами, крім випадків, коли термопластична зовнішня оболонка накладається на осердя із круглих ізольованих жил із площею перерізу понад 10 мм².

Якщо поясна ізоляція накладається, то вимог 7.1.3 або 7.1.4 щодо її товщини не висувають.

8 МЕТАЛЕВІ ШАРИ ОДНОЖИЛЬНИХ І БАГАТОЖИЛЬНИХ КАБЕЛІВ

Кабелі відповідно до цього стандарту можуть мати такі типи металевих шарів:

- а) металевий екран (див. розділ 9);
- б) концентрична жила (див. розділ 10);
- с) свинцева оболонка (див. розділ 11);
- д) металева броня (див. розділ 12).

Металевий шар (шари) повинен відповідати одному або декільком типам, указаним вище, і бути немагнітним, якщо він накладається на жилу одножильних або окремі жили багатожильних кабелів.

9 МЕТАЛЕВИЙ ЕКРАН

9.1 Конструкція

Металевий екран повинен складатися з однієї або декількох стрічок у вигляді обплетення, концентричного повивання дротів, або поєднання дротів і стрічки (стрічок).

Він також може бути у вигляді оболонки або броні, яка відповідає вимогам 9.2, що виконує роль екрана.

Під час вибирання матеріалу екрана особливу увагу слід звернути на можливість корозії, не тільки зважаючи на механічну безпеку, але також і на електричну безпеку.

Проміжки в екрані повинні відповідати національним правилам і (або) стандартам.

9.2 Вимоги

Вимоги щодо розмірів, механічних і електричних характеристик металевих екранів повинні бути встановлені національними правилами і (або) стандартами.

10 КОНЦЕНТРИЧНА ЖИЛА

10.1 Конструкція

Проміжки в концентричній жилі повинні відповідати національним правилам і (або) стандартам.

Під час вибирання матеріалу концентричної жили особливу увагу слід звернути на можливість корозії не тільки зважаючи на механічну безпеку, але також і електричну безпеку.

10.2 Вимоги

Вимоги щодо розмірів і механічних характеристик концентричної жили, а також її електричного опору повинні бути встановлені національними правилами і (або) стандартами.

10.3 Розташування концентричної жили

Якщо концентрична жила потрібна, то її треба накладати на поясну ізоляцію в багатожильних кабелях, а в одножильних — безпосередньо на ізоляцію або на відповідну поясну ізоляцію.

11 СВИНЦЕВА ОБОЛОНКА

Оболонка повинна бути виконана зі свинцю або сплаву свинцю у вигляді безшовної трубки, що щільно прилягає.

Номінальну товщину визначають за формулою:

а) для одножильних кабелів або кабелів із осердям із ізольованих жил:

$$t_{pb} = 0,03D_g + 0,8, \quad (1)$$

б) для кабелів із секторними жилами:

$$t_{pb} = 0,03D_g + 0,6, \quad (2)$$

в) для решти кабелів:

$$t_{pb} = 0,03D_g + 0,7, \quad (3)$$

де t_{pb} — номінальна товщина свинцевої оболонки, мм;

D_g — розрахунковий діаметр під свинцевою оболонкою, мм (округлений до першого десяткового знака відповідно до додатка В).

У будь-якому випадку товщина повинна бути не менше ніж 1,2 мм. Обчислені значення округляють до першого десяткового знака (див. додаток В).

12 МЕТАЛЕВА БРОНЯ

12.1 Типи металевої броні

Кабельна броня, згідно з цим стандартом може бути таких типів:

- а) броня з плоского дроту;
- б) броня з круглого дроту;
- в) подвійна стрічкова броня.

Примітка. За угодою між виробником і споживачем в кабелях на номінальну напругу 0,6/1 (1,2) кВ зі струмопровідною жилою з площею перерізу не більше ніж 6 мм² допускається броня у вигляді обплетення зі сталевих оцинкованих дротів.

12.2 Матеріали

Круглий або плоский дріт повинен бути з оцинкованої сталі, міді або міді з полудою, алюмінію або сплаву алюмінію.

Стрічки повинні бути з оцинкованої сталі, алюмінію або сплаву алюмінію. Застосовують сталеві стрічки холодної або гарячої прокатки.

Якщо необхідно, щоб повивання сталевий дрітної броні мало відповідну електропровідність, то допускається додавати до повивання броні необхідну кількість мідних або мідних із полудою дротів.

Під час вибирання матеріалу броні особливу увагу слід звернути на можливість корозії, не тільки зважаючи на механічну безпеку, але також і на електричну безпеку, особливо, якщо броня використовується як екран.

Броня одножильних кабелів, що використовуються в системах змінного струму, повинна бути із немагнітного матеріалу, якщо не передбачено спеціальної конструкції.

12.3 Розташування броні

12.3.1 Одножильні кабелі

У одножильних кабелях екструдована або стрічкова поясна ізоляція, товщину якої встановлено в 7.1.3 або 7.1.4, повинна бути розташована під бронею.

12.3.2 Багатожильні кабелі

У багатожильних кабелях броня повинна накладатися на поясну ізоляцію згідно з 7.1, за винятком спеціальних конструкцій із використанням металевих стрічок згідно з 7.2.1.

12.3.3 Розділова оболонка

Якщо розташований під бронею металевий шар і броня виконані з різних матеріалів, вони повинні бути відокремлені один від одного екструдованою оболонкою з одного з матеріалів, зазначених у 13.2.

Розділова оболонка (ST₈) безгалогенних кабелів повинна відповідати вимогам, наведеним у таблиці 23.

Якщо для кабелю в свинцевій оболонці потрібна броня, то її можна накласти поверх стрічкової подушки згідно з 12.3.4.

Якщо застосовують розділову оболонку, то її розташовують під бронею замість або додатково до поясної ізоляції.

Номінальну товщину розділової оболонки T_s у міліметрах, визначають за формулою:

$$T_s = 0,02D_u + 0,6, \quad (4)$$

де D_u — розрахунковий діаметр під оболонкою згідно з додатком А.

Отримане значення округляють до 0,1 мм (див. додаток В).

Для кабелів без свинцевої оболонки номінальна товщина повинна бути не менше ніж 1,2 мм. Для кабелів, у яких розділову оболонку накладають безпосередньо на свинцеву оболонку, номінальна товщина повинна бути не менше ніж 1,0 мм.

12.3.4 Стрічкова подушка під бронею для кабелів зі свинцевою оболонкою

Стрічкова подушка, яку накладено на свинцеву оболонку, вкриту компаундом, повинна складатися з просочених компаундом паперових стрічок, або комбінації двох шарів, просочених компаундом паперових стрічок і одного або декількох шарів просоченого компаундом волокнистого матеріалу.

Просочення матеріалів подушки може бути виконано бітумними або іншими захисними компаундами. У разі дротяної броні такий компаунд не повинен перебувати безпосередньо під дротом.

Допускається застосування синтетичних стрічок замість просочених паперових стрічок.

Загальна товщина стрічкової подушки між свинцевою оболонкою і бронею, після її накладання, повинна бути близько 1,5 мм.

12.4 Розміри дротів і стрічок броні

Переважаючими є такі розміри дротів і стрічок для броні:

- круглий дріт діаметром 0,8; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15 мм;
- плоский дріт завтовшки 0,8 мм;
- сталеві стрічки завтовшки 0,2; 0,5; 0,8 мм;
- стрічки з алюмінію або сплаву алюмінію завтовшки 0,5; 0,8 мм.

12.5 Залежність розмірів броні від діаметра кабелю

Номінальний діаметр круглого дроту і номінальна товщина стрічок для броні повинні бути не менші, ніж значення, що вказані в таблицях 9 і 10 відповідно.

Таблиця 9 — Номінальний діаметр круглих дротів для броні

Розрахунковий діаметр під бронею, мм	Номінальний діаметр дроту для броні, мм
До 10 включ.	0,8
Понад 10 » 15 »	1,25
» 15 » 25 »	1,6

Кінець таблиці 9

Розрахунковий діаметр під бронєю, мм	Номінальний діаметр дроту для броні, мм
Понад 25 до 35 включ.	2,0
» 35 » 60 »	2,5
» 60	3,15

Таблиця 10 — Номінальна товщина стрічок для броні

Розрахункове значення діаметра під бронєю, мм	Номінальна товщина стрічки	
	Сталь або оцинкована сталь, мм	Алюміній або алюмінієвий сплав, мм
До 30 включ.	0,2	0,5
Понад 30 » 70 »	0,5	0,5
» 70	0,8	0,8

Примітка. Ця таблиця не поширюється на кабелі, в яких металеві стрічки накладені безпосередньо на скручені ізолювані жили (див. 7.2.1)

Для кабелів, що мають розрахунковий діаметр під бронєю більше ніж 15 мм, номінальна товщина сталевих плоского дроту повинна бути 0,8 мм.

Кабелі, що мають розрахунковий діаметр під бронєю до 15 мм включно, не повинні мати броню з плоского дроту.

12.6 Броня з круглого або плоского дроту

Дротяна броня повинна бути накладена щільно з мінімальним проміжком між прилеглими дротами. За необхідності по броні з плоского або круглого сталевих дроту може бути накладена по відкритій спіралі сталеві оцинкована стрічка номінальною товщиною не менше ніж 0,3 мм. Відхили для такої сталеві стрічки відповідно до 16.7.3.

12.7 Подвійна стрічкова броня

Під час застосування стрічкової броні та поясної ізоляції відповідно до 7.1, поясна ізоляція повинна бути посилена стрічковою подушкою. Загальна товщина поясної ізоляції і додаткової стрічкової подушки повинна відповідати вказаній у 7.1 плюс 0,5 мм, якщо товщина стрічки броні 0,2 мм, і плюс 0,8 мм, якщо товщина стрічки броні більше ніж 0,2 мм.

Загальна товщина поясної ізоляції та додаткової стрічкової подушки не повинна бути менша за ці значення більше ніж на 0,2 мм + 20 %. Якщо є розділова оболонка або екструдована поясна ізоляція згідно з 12.3.3, додаткова стрічкова подушка не застосовується.

Стрічки броні треба накладати по спіралі двома витками так, щоб проміжок між витками нижньої стрічки перебував приблизно у середині верхньої стрічки. Проміжок між двома витками кожної стрічки не повинен перевищувати 50 % ширини стрічки.

13 ЗОВНІШНЯ ОБОЛОНКА

13.1 Загальні положення

Усі кабелі повинні мати зовнішню оболонку.

Зовнішня оболонка зазвичай чорного кольору, але за угодою між замовником і виробником може бути оболонка іншого кольору залежно від конкретних умов експлуатації кабелю.

Примітка. Випробовування на стабільність щодо ультрафіолетового випромінювання (UV) перебуває на стадії розгляду.

13.2 Матеріал

Зовнішня оболонка повинна бути з термопластичної композиції (PVC, поліетилен або безгалогенний матеріал) або з еластомерної композиції (поліхлоропрен, хлорсульфований поліетилен або аналогічні полімери).

Безгалогенний матеріал для оболонок слід використовувати в кабелях, що мають властивості непоширення горіння та низькі рівні виділення диму і безгалогенних газів під дією вогню. Зовнішня оболонка (ST₈) безгалогенних кабелів повинна відповідати вимогам, що наведені в таблиці 23.

Матеріал оболонки повинен відповідати робочій температурі та вимогам, наведеним у таблиці 4.

У зовнішній оболонці кабелів спеціального призначення можна застосовувати хімічні домішки, наприклад, для захисту від термітів, які не повинні містити речовин шкідливих для здоров'я людини і (або) навколишнього середовища.

Примітка. Приклади матеріалів^{*)}, що не рекомендовано використовувати:

- алдрін: 1,2,3,4,10,10-гексахлоро-1,4,4а,5,8,8а-гексагідро-1,4,5,8-диметанонафтален,
- діелдрін: 1,2,3,4,10,10-гексахлоро-6,7-епокси-1,4,4а,5,6,7,8,8а-октагідро-1,4,5,8-диметанонафтален,
- ліндан: гамма-ізомер 1,2,3,4,5,6-гексахлоро-циклогексану.

13.3 Товщина

Якщо не встановлено інше, номінальну товщину t_s , в міліметрах, визначають за формулою:

$$t_s = 0,035D + 1,0, \quad (5)$$

де D — розрахунковий діаметр безпосередньо під зовнішньою оболонкою, мм (див. додаток А).

Значення, які отримано за цією формулою, округляють до 0,1 мм (див. додаток В).

Для неброньованих кабелів і кабелів в оболонці, в яких зовнішня оболонка не накладена безпосередньо на броню, металевий екран або концентричну жилу, номінальна товщина не повинна бути менше ніж 1,4 мм для одножильних і 1,8 мм — для багатожильних кабелів.

Для кабелів, зовнішня оболонка яких накладена безпосередньо на броню, металевий екран або концентричну жилу, номінальна товщина оболонки не повинна бути менше ніж 1,8 мм.

14 УМОВИ ВИПРОБОВУВАННЯ

14.1 Температура навколишнього середовища

Якщо в технічних умовах не встановлено інше, то випробовування треба проводити за температури навколишнього середовища $(20 \pm 15)^\circ\text{C}$.

14.2 Частота і форма хвилі випробовувальної напруги промислової частоти

Частота випробовувальної напруги змінного струму повинна бути від 49 Гц до 61 Гц. Форма хвилі цієї напруги повинна бути практично синусоїдальною. Задані значення є середньоквадратичні.

14.3 Форма хвилі імпульсної випробовувальної напруги

Згідно з ІЕС 60230 фронт хвилі повинен перебувати в діапазоні від 1 мкс до 5 мкс, а тривалість до половини пікового значення — в діапазоні від 40 мкс до 60 мкс, крім того імпульсна хвиля повинна відповідати вимогам ІЕС 60060-1.

15 ПРИЙМАЛЬНО-ЗДАВАЛЬНІ ВИПРОБОВУВАННЯ

15.1 Загальні положення

Приймально-здавальні випробовування зазвичай проводять на кожній будівельній довжині кабелю (див. 3.2.1). Кількість довжин, що підлягають випробовуванню, може бути зменшено відповідно до узгодженої процедури контролю якості.

У цьому стандарті встановлені такі приймально-здавальні випробовування:

- а) вимірювання електричного опору жил (див. 15.2);
- б) випробовування напругою (див. 15.3).

15.2 Електричний опір струмопровідних жил

Вимірювання електричного опору проводять на всіх струмопровідних жилах кожної довжини кабелю, відібраної для приймально-здавальних випробовувань, зокрема на концентричній жилі, якщо вона є.

Будівельну довжину кабелю або взятий від неї зразок розміщують у випробовувальному приміщенні (у якому підтримують сталу температуру) не менше ніж за 12 год до випробовування. Якщо немає гарантії того, що температура ізолюваної жили відповідає температурі в приміщенні, опір вимірюють після 24 год перебування кабелю у випробовувальному приміщенні. Допускається вимірювати опір на зразку ізолюваної жили, витриманому не менше ніж 1 год у ванні з рідиною за регульованої температури.

Виміряний опір обчислюють на довжині 1 км кабелю і за температури 20°C за формулами і коефіцієнтами, наведеними в ІЕС 60228.

^{*)} Джерело: Dangerous properties of industrial materials, N.I. Sax, fifth edition, Van Nostrand Reinhold, ISBN 0-442-27373-8. (Небезпечні промислові матеріали).

Опір жили за постійного струму за температури 20 °С не повинен перевищувати відповідного значення, вказаного в ІЕС 60228. Для концентричних жил опір повинен відповідати вимогам національних правил і (або) стандартів.

15.3 Випробовування напругою

15.3.1 Загальні положення

Випробовування напругою проводять за температури навколишнього середовища, використовуючи за вибором виробника випробовувальну напругу змінного струму промислової частоти або напругу постійного струму.

15.3.2 Випробовування одножильних кабелів

Для одножильних екранованих кабелів випробовувальну напругу прикладають протягом 5 хв між струмопровідною жилою і металевим екраном. Одножильні кабелі без екрана занурюють у воду за температури навколишнього середовища і витримують протягом 1 год, потім випробовувальну напругу прикладають протягом 5 хв між струмопровідною жилою і водою.

Примітка. Для одножильних кабелів без будь-яких металевих елементів випробовування напругою на прохід перебуває на стадії розгляду.

15.3.3 Випробовування багатожильних кабелів

Для багатожильних кабелів з екраном по кожній ізольованій жилі випробовувальну напругу прикладають протягом 5 хв між кожною струмопровідною жилою і металевим елементом.

Для багатожильних кабелів без екрана по кожній ізольованій жилі випробовувальну напругу прикладають протягом 5 хв послідовно між кожною ізольованою жилою і всіма іншими жилами і загальними металевими елементами, якщо вони є.

Щоб обмежити тривалість випробовування, струмопровідні жили можна з'єднати відповідним чином для послідовного прикладання напруги із забезпеченням такого порядку з'єднання, щоб напруга прикладалася безперервно протягом не менше ніж 5 хв між кожною жилою та іншою жилою і між кожною жилою та металевими елементами, якщо вони є.

Трижильні кабелі допускається випробовувати за один прийом за допомогою трифазного трансформатора.

15.3.4 Значення випробовувальної напруги

Випробовувальна напруга промислової частоти повинна становити $2,5U_0 + 2$ кВ. У таблиці 11 наведені значення випробовувальної напруги для стандартних номінальних значень напруги (однофазне випробовування).

Таблиця 11 — Випробовувальна напруга під час приймально-здавальних випробовувань

Номінальна напруга U_0 , кВ	0,6	1,8
Випробовувальна напруга, кВ	3,5	6,5

Для трижильних кабелів, якщо випробовувальну напругу прикладають від трифазного трансформатора, то випробовувальна напруга між фазами повинна бути в 1,73 рази більша ніж значення, що вказані в таблиці 11.

Якщо прикладають напругу постійного струму, то напруга повинна бути в 2,4 рази більше ніж випробовувальна напруга промислової частоти.

У всіх випадках випробовувальну напругу поступово збільшують до заданого значення.

15.3.5 Вимога

Не повинно відбуватися пробоя ізоляції.

16 ВИПРОБОВУВАННЯ ЗРАЗКІВ

16.1 Загальні положення

У цьому стандарті встановлено такі випробовування зразків:

- перевіряння струмопровідної жили (див. 16.4);
- перевіряння конструктивних розмірів (див. 16.5—16.8);
- випробовування на теплову деформацію ізоляції з EPR, HEPR, XLPE та еластомерних оболонок (див. 16.9).

16.2 Періодичність проведення випробовування зразків

16.2.1 Перевіряння струмопровідної жили і конструктивних розмірів

Перевіряння струмопровідної жили, вимірювання товщини ізоляції і оболонки і вимірювання зовнішнього діаметра проводять на одній будівельній довжині від кожної партії кабелю одного типу і номінального перерізу, за цих умов кількість випробовуваних довжин повинна бути не більше ніж 10 % від загальної кількості довжин, що постачають за даним контрактом.

16.2.2 Фізичні випробовування

Фізичні випробовування проводять на зразках, узятих від готових кабелів, за узгодженою процедурою контролю якості. За відсутності такої угоди і, якщо загальна довжина постачання перевищує 2 км для багатожильних кабелів і 4 км для одножильних кабелів, випробовування проводять відповідно до таблиці 12.

Таблиця 12 — Кількість зразків під час випробовування зразків

Довжина кабелю		Кількість зразків
Багатожильні кабелі, км	Одножильні кабелі, км	
Понад 2 до 10	Понад 4 до 20	1
» 10 » 20	» 20 » 40	2
» 20 » 30	» 40 » 60	3
тощо	тощо	тощо

16.3 Повторні випробовування

Якщо будь-яке з випробовувань відповідно до розділу 16 не дасть задовільних результатів, то відбирають два нові зразки від тієї самої партії кабелю і проводять на них ті випробовування, що дали незадовільні результати. Якщо повторні випробовування на двох зразках дали задовільні результати, то всю партію кабелю вважають такою, що відповідає вимогам стандарту. Якщо хоча б на одному з повторних зразків отримано незадовільний результат, то партію кабелю вважають такою, що не відповідає вимогам.

16.4 Перевіряння струмопровідної жили

Перевіряння відповідності конструкції жили вимогам ІЕС 60228 проводять зовнішнім оглядом і вимірюваннями.

16.5 Вимірювання товщини ізоляції і неметалевих оболонок (разом із екструдованою розділовою оболонкою, за винятком екструдованої поясної ізоляції)

16.5.1 Загальні положення

Метод проведення випробовування наведено в розділі 8 ІЕС 60811-1-1.

Від кожної довжини кабелю, призначеної для випробовування, від одного з його кінців (після видалення наявних пошкоджених ділянок) відбирають зразок кабелю.

Для кабелів, що мають більше трьох жил з однаковою площею перерізу, вимірювання проводять на трьох жилах або на 10 % від кількості жил кабелю залежно від того, яке значення більше.

16.5.2 Вимоги до ізоляції

Для кожного зразка ізольованої жили середнє значення, що отримане під час вимірювань і округлене до 0,1 мм, (див. додаток В) повинно бути не менше ніж номінальна товщина, а мінімальне значення не повинно бути менше ніж 90 % від номінального значення більше ніж на 0,1 мм, тобто:

$$t_m \geq 0,9t_n - 0,1, \quad (6)$$

де t_m — мінімальна товщина, мм;

t_n — номінальна товщина, мм.

16.5.3 Вимоги щодо неметалевих оболонок

Кожен зразок оболонки повинен відповідати таким вимогам:

а) для неброньованих кабелів і кабелів із зовнішньою оболонкою, що не накладена безпосередньо на броню, металевий екран або концентричну жилу, виміряне мінімальне значення не повинно бути менше ніж 85 % від номінального значення більше ніж на 0,1 мм, тобто:

$$t_m \geq 0,85t_n - 0,1; \quad (7)$$

б) для зовнішніх оболонок, що накладені безпосередньо на броню, металевий екран або концентричну жилу, і для розділової оболонки виміряне мінімальне значення не повинне бути менше ніж 80 % від номінального значення більше ніж на 0,2 мм, тобто:

$$t_m \geq 0,8t_n - 0,2. \quad (8)$$

16.6 Вимірювання товщини свинцевої оболонки

Мінімальну товщину свинцевої оболонки визначають за вибором виробника одним з двох наведених нижче методів, і вона не повинна бути менше ніж 95 % від номінального значення більше ніж на 0,1 мм, тобто:

$$t_m \geq 0,95t_n - 0,1. \quad (9)$$

16.6.1 Вимірювання плоского зразка

Вимірювання проводять мікрометром із плоскими поверхнями з діаметром щупів від 4 мм до 8 мм і похибкою не більше ніж $\pm 0,01$ мм.

Вимірювання проводять на зразку оболонки завдовжки близько 50 мм, узятото від готового кабелю. Зразок розрізають уздовж, потім ретельно випрямляють. Після очищення товщину зразка вимірюють у певній кількості точок уздовж периферії, відступивши не менше ніж 10 мм від краю випрямленото зразка, також вимірюють і мінімальну товщину.

16.6.2 Вимірювання зразка у вигляді кільця

Вимірювання проводять мікрометром, що має один плоский щуп і один сферичний щуп або один плоский щуп і один прямокутний щуп завширшки 0,8 мм і завдовжки 2,4 мм. Сферичний або прямокутний щуп підводять до внутрішньої сторони кільця. Похибка мікрометра повинна бути не більше ніж $\pm 0,01$ мм.

Вимірювання проводять на зразку оболонки у вигляді кільця, акуратно відрізаното від кабелю. Товщину вимірюють по периферії кільця в достатній кількості точок, також вимірюють і мінімальну товщину.

16.7 Вимірювання бронедроту і стрічки броні

16.7.1 Вимірювання дроту

Діаметр круглого і товщину плоского дроту вимірюють мікрометром, що має два плоскі щупи і похибку не більше ніж $\pm 0,01$ мм. Для круглого дроту проводять два вимірювання під прямим кутом на одному і тому самому перерізі і середнє значення двох результатів вимірювань приймають за діаметр дроту.

16.7.2 Вимірювання стрічок

Вимірювання проводять мікрометром із двома плоскими щупами діаметром близько 5 мм, що має похибку не більше ніж $\pm 0,01$ мм. Для стрічок завширшки до 40 мм включно товщину вимірюють у середній частині стрічки. Для ширших стрічок вимірювання проводять на відстані 20 мм від кожного краю стрічки, і середнє значення двох результатів вимірювань приймають за товщину стрічки.

16.7.3 Вимоги

Розміри дротів і стрічок не повинні бути менші ніж значення, вказані в 12.5, більше ніж на:

- 5 % — для круглих дротів;
- 8 % — для плоских дротів;
- 10 % — для стрічок.

16.8 Вимірювання зовнішнього діаметра

Якщо вимірювання зовнішнього діаметра входить до випробовувань зразків, то його проводять відповідно до розділу 8 ІЕС 60811-1-1.

16.9 Випробовування на теплову деформацію ізоляції з EPR, HEPR, XLPE та еластомерних оболонок

16.9.1 Проведення випробовування

Відбирання зразків і метод проведення випробовування повинні відповідати вимогам розділу 9 ІЕС 60811-2-1 і вказаним у таблицях 17 і 22.

16.9.2 Вимоги

Результати випробовування повинні відповідати значенням, що наведені в таблиці 17 — для ізоляції з EPR, HEPR та XLPE і в таблиці 22 — для компаундів типу SE₁ для оболонок.

17 ЕЛЕКТРИЧНІ ВИПРОБОВУВАННЯ ТИПУ

Зразок кабелю завдовжки від 10 м до 15 м піддають випробовуванням, що проводяться в такій послідовності:

- а) вимірювання опору ізоляції за температури навколишнього середовища (див. 17.1);
- б) вимірювання опору ізоляції за максимально допустимої температури в нормальному режимі (див. 17.2);
- с) випробовування напругою протягом 4 год (див. 17.3).

Кабелі на номінальну напругу 1,8/3 (3,6) кВ випробовують також імпульсною напругою на окремому зразку кабелю довжиною від 10 м до 15 м (див. 17.4).

Випробовування проводять не більше ніж на трьох ізольованих жилах.

17.1 Вимірювання опору ізоляції за температури навколишнього середовища

17.1.1 Проведення випробовування

Випробовування проводять на зразку до проведення будь-якого іншого електровипробовування.

Після видалення всіх зовнішніх покриттів кабелю ізольовані жили занурюють у воду за температури навколишнього середовища не менше ніж на 1 год до початку вимірювання.

Прикладають випробовувальну напругу від 80 В до 500 В постійного струму і витримують від 1 хв до 5 хв для того, щоб отримати стабільні результати.

Вимірювання проводять між кожною жилою і водою.

За необхідності, вимірювання може бути проведено за температури $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

17.1.2 Розраховування

Об'ємний питомий опір визначають за виміряним значенням опору ізоляції за формулою:

$$\rho = \frac{2 \cdot \pi \cdot l \cdot R}{\ln \frac{D}{d}}, \quad (10)$$

де ρ — об'ємний питомий опір, Ом·см;

R — виміряний опір ізоляції, Ом;

l — довжина кабелю, см;

D — зовнішній діаметр ізоляції, мм;

d — внутрішній діаметр ізоляції, мм.

Можна також визначити «сталу опору ізоляції» K_i у МОм·км за формулою:

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

Примітка. Для секторних жил відношення D/d є відношенням периметра ізоляції до периметра жили.

17.1.3 Вимоги

Отримані значення повинні бути не менше вказаних у таблиці 13.

17.2 Вимірювання опору ізоляції за максимально допустимої температури жили

17.2.1 Проведення випробовування

Ізольовані жили зразка кабелю занурюють у воду за температури, яка дорівнює максимально допустимій температурі жили в нормальному режимі з граничним відхилом $\pm 2 ^\circ\text{C}$, не менше ніж на 1 год до початку вимірювання.

Прикладають напругу від 80 В до 500 В постійного струму і витримують від 1 хв до 5 хв для того, щоб отримати стабільні результати.

Вимірювання проводять між кожною жилою і водою.

17.2.2 Розраховування

Питомий об'ємний опір і (або) сталу опору ізоляції визначають за формулами згідно з 17.1.2.

17.2.3 Вимоги

Отримані значення повинні бути не меншими ніж вказані в таблиці 13.

17.3 Випробовування напругою протягом 4 год

17.3.1 Проведення випробовування

Ізольовані жили зразка кабелю занурюють у воду за температури навколишнього середовища не менше ніж на 1 год до початку вимірювання.

Потім випробовувальну напругу промислової частоти прикладають між кожною жилою і водою, поступово збільшують до значення $4U_0$ і витримують протягом 4 год.

17.3.2 Вимоги

Не повинно бути пробую ізоляції.

17.4 Випробовування імпульсною напругою кабелів на номінальну напругу 1,8/3 (3,6) кВ

17.4.1 Проведення випробовування

Випробовування проводять на зразку за температури струмопровідної жили на (5—10) °C вище максимально допустимої температури жили в нормальному режимі.

Випробовування імпульсною напругою проводять відповідно до ІЕС 60230, пікове значення напруги — 40 кВ.

Для багатожильних кабелів, ізольовані жили яких екрановані окремо, кожен серію імпульсів прикладають по черзі між кожною фазною струмопровідною жилою і рештою жил, що з'єднані між собою і з землею.

17.4.2 Вимоги

Кожна ізольована жила повинна витримати без пробую випробування 10-ма позитивними і 10-ма негативними імпульсами.

18 НЕЕЛЕКТРИЧНІ ВИПРОБОВУВАННЯ ТИПУ

Неелектричні випробовування типу наведені в таблиці 14.

18.1 Вимірювання товщини ізоляції

18.1.1 Відбирання зразків

Від кожної ізольованої жили кабелю відбирають один зразок.

Для кабелів, що мають більше ніж три жили з однаковою площею перерізу, вимірювання проводять або на трьох жилах або на 10 % від кількості жил кабелю, залежно від того, яке значення більше.

18.1.2 Проведення вимірювання

Вимірювання проводять відповідно до 8.1 ІЕС 60811-1-1.

18.1.3 Вимоги

Див. 16.5.2.

18.2 Вимірювання товщини неметалевих оболонок (разом із екструдованою розділовою оболонкою, за винятком поясної ізоляції)

18.2.1 Відбирання зразків

Беруть один зразок кабелю.

18.2.2 Метод вимірювання

Вимірювання проводять відповідно до 8.2 ІЕС 60811-1-1.

18.2.3 Вимоги

Див. 16.5.3

18.3 Випробовування для визначання механічних характеристик ізоляції до і після старіння

18.3.1 Відбирання зразків

Відбирання зразків та їх готування проводять відповідно до 9.1 ІЕС 60811-1-1.

18.3.2 Старіння

Старіння зразків проводять відповідно до 8.1 ІЕС 60811-1-2 і вимог, що вказані в таблиці 15.

Випробовування на розтягування і вигинання після старіння, що наведені в таблиці 15, проводять тільки на кабелях із мідними жилами на напругу 0,6/1 (1,2) кВ. Випробовування на вигинання проводять тільки на тих кабелях, ізоляція яких не підлягає випробовуванню на розтягування.

Примітка. Випробовування на розтягування і вигинання, що проводять після старіння, рекомендовані для кабелів із мідними жилами. Проте, нестача інформації не дозволяє віднести ці вимоги до обов'язкових, і такі випробовування проводять за узгодженням між виробником і споживачем.

18.3.3 Кондиціювання і механічні випробовування

Кондиціювання і вимірювання механічних характеристик проводять відповідно до 9.1 ІЕС 60811-1-1.

18.3.4 Вимоги

Результати випробовування зразків до і після старіння повинні відповідати вимогам таблиці 15.

18.4 Випробовування для визначання механічних характеристик неметалевих оболонок до і після старіння

18.4.1 Відбирання зразків

Відбирання зразків та їх готування проводять відповідно до 9.2 ІЕС 60811-1-1.

18.4.2 Старіння

Старіння зразків проводять відповідно до 8.1 ІЕС 60811-1-2 і вимог, що наведені в таблиці 18.

18.4.3 Кондиціювання і механічні випробовування

Кондиціювання і визначання механічних властивостей проводять відповідно до 9.2 ІЕС 60811-1-1.

18.4.4 Вимоги

Результати випробовувань зразків до і після старіння повинні відповідати вимогам таблиці 18.

18.5 Додаткове випробовування на старіння зразків готових кабелів

18.5.1 Загальні положення

Мета цього випробовування полягає в тому, щоб перевірити можливу пошкодженість ізоляції і оболонок під час експлуатації внаслідок контакту з іншими елементами кабелю.

Цьому випробовуванню піддають кабелі всіх типів.

18.5.2 Відбирання зразків

Зразки відбирають від готового кабелю відповідно до 8.1.4 ІЕС 60811-1-2.

18.5.3 Старіння

Старіння зразків кабелю проводять у термостаті відповідно до 8.1.4 ІЕС 60811-1-2 за таких умов:

- температура: на (10 ± 2) °C вище за максимально допустиму температуру жили кабелю за нормального режиму (див. таблицю 15);
- тривалість: $7 \cdot 24$ год.

18.5.4 Механічні випробовування

Зразки ізоляції і зовнішньої оболонки, що взяті від відрізків кабелю після старіння, повинні бути підготовлені і піддані механічним випробовуванням відповідно до 8.1.4 ІЕС 60811-1-2.

18.5.5 Вимоги

Відхил між середніми значеннями відносного подовження і міцності під час розтягування до і після старіння (див. 18.3 і 18.4) не повинен перевищувати відповідних значень для випробовування на старіння в термостаті, що вказані в таблиці 15 — для ізоляції і в таблиці 18 — для неметалевих оболонок.

18.6 Випробовування для визначання втрати маси оболонок з PVC типу ST₂

18.6.1 Проведення випробовування

Відбирання зразків і метод проведення випробовування повинні відповідати 8.2 ІЕС 60811-3-2.

18.6.2 Вимоги

Результати випробовування повинні відповідати вимогам, наведеним у таблиці 19.

18.7 Випробовування натисненням за високої температури ізоляції та неметалевих оболонок

18.7.1 Проведення випробовування

Випробовування натисненням за високої температури проводять відповідно до розділу 8 ІЕС 60811-3-1. Умови проведення випробування вказані в методі випробовування і в таблицях 16 і 20.

18.7.2 Вимоги

Результати випробовування повинні відповідати вимогам розділу 8 ІЕС 60811-3-1.

18.8 Випробовування ізоляції і оболонок з PVC та безгалогенних оболонок за низької температури

18.8.1 Проведення випробовування

Відбирання зразків і метод проведення випробовування повинні відповідати розділу 8 ІЕС 60811-1-4, температура, за якої проводять випробовування, вказана в таблицях 16, 19 і 21.

18.8.2 Вимоги

Результати випробовування повинні відповідати вимогам розділу 8 ІЕС 60811-1-4.

18.9 Випробовування на стійкість до розтріскування ізоляції і оболонок з PVC (випробовування на тепловий удар)

18.9.1 Проведення випробовування

Відбирання зразків і метод проведення випробовування повинні відповідати розділу 9 ІЕС 60811-3-1, температура і тривалість нагрівання наведені в таблицях 16 і 19.

18.9.2 Вимоги

Результати випробовування повинні відповідати вимогам розділу 9 ІЕС 60811-3-1.

18.10 Випробовування на озоностійкість ізоляції з EPR і HEPR

18.10.1 Проведення випробовування

Відбирання зразків і метод проведення випробовування повинні відповідати розділу 8 ІЕС 60811-2-1. Концентрація озону і тривалість випробовування наведені в таблиці 17.

18.10.2 Вимоги

Результати випробовування повинні відповідати вимогам розділу 8 ІЕС 60811-2-1.

18.11 Випробовування на теплову деформацію ізоляції з EPR, HEPR, XLPE та еластомерних оболонок

Відбирання зразків і метод проведення випробовування повинні відповідати 16.9.

18.12 Випробовування на стійкість до дії мінеральної оливи еластомерних оболонок

18.12.1 Проведення випробовування

Відбирання зразків і метод проведення випробовування повинні відповідати розділу 10 ІЕС 60811-2-1. Умови проведення випробовування наведені в таблиці 22.

18.12.2 Вимоги

Результати випробовування повинні відповідати вимогам, наведеним у таблиці 22.

18.13 Випробовування ізоляції на водовбирання

18.13.1 Проведення випробовування

Відбирання зразків і метод проведення випробовування повинні відповідати 9.1 або 9.2 ІЕС 60811-1-3 і вимогам, що наведені в таблицях 16 або 17 відповідно.

18.13.2 Вимоги

Результати випробовування повинні відповідати вимогам, що наведені в 9.1 ІЕС 60811-1-3 або в таблиці 17 відповідно.

18.14 Випробовування на вогнестійкість

18.14.1 Випробовування на поширення полум'я поодинокі прокладених кабелів

Випробовування проводять на кабелях, що мають оболонку з матеріалів типу ST₁, ST₂ або SE₁, і лише, якщо висувається відповідна вимога.

Метод проведення випробовування і вимоги повинні відповідати ІЕС 60332-1.

18.14.2 Випробовування на поширення полум'я кабелів, прокладених у пучках

Випробовування проводять на безгалогенних кабелях, що мають оболонку з матеріалу типу ST₈. Метод проведення випробовування і вимоги повинні відповідати ІЕС 60332-3-24.

18.14.3 Випробовування на димовиділення

Випробовування проводять на безгалогенних кабелях, що мають оболонку з матеріалу типу ST₈. Метод проведення випробовування і вимоги повинні відповідати ІЕС 61034-2.

18.14.4 Випробовування на виділення кислотних газів

Випробовування проводять на неметалевих елементах безгалогенних кабелів, що мають оболонку з матеріалу типу ST₈.

18.14.4.1 Проведення випробовування

Метод випробовування повинен відповідати ІЕС 60754-1.

18.14.4.2 Вимоги

Результати випробовувань повинні відповідати вимогам таблиці 23.

18.14.5 Випробовування на визначання рН і питомої провідності

Випробовування проводять на неметалевих елементах безгалогенних кабелів, що мають оболонку з матеріалу типу ST₈.

18.14.5.1 Проведення випробовування

Метод випробовування повинен відповідати ІЕС 60754-2.

18.14.5.2 Вимоги

Результати випробовувань повинні відповідати вимогам таблиці 23.

18.14.6 Випробовування на визначання вмісту фтору

Випробовування проводять на неметалевих елементах безгалогенних кабелів, що мають оболонку з матеріалу типу ST₈.

18.14.6.1 Проведення випробовування

Метод випробовування повинен відповідати ІЕС 60684-2.

18.14.6.2 Вимоги

Результати випробовувань повинні відповідати вимогам таблиці 23.

18.14.7 Випробовування на визначання токсичності

Перебуває на стадії розгляду.

Примітка. Метод випробовування розробляється ІЕС.

18.15 Визначання вмісту сажі в зовнішніх оболонках з РЕ чорного кольору**18.15.1 Проведення випробовування**

Відбирання зразків і метод проведення випробовування повинні відповідати розділу 11 ІЕС 60811-4-1.

18.15.2 Вимоги

Результати випробовування повинні відповідати вимогам таблиці 20.

18.16 Випробовування на зсідання ізоляції з XLPE**18.16.1 Проведення випробовування**

Відбирання зразків і метод проведення випробовування повинні відповідати розділу 10 ІЕС 60811-1-3 та умовам, що наведені в таблиці 17.

18.16.2 Вимоги

Результати випробовування повинні відповідати вимогам, що наведені в таблиці 17.

18.17 Спеціальне випробовування на вигинання

Випробовування проводять на багатожильних кабелях на номінальну напругу 0,6/1 (1,2 кВ), що мають загальний металевий елемент у вигляді металевих стрічок, накладених безпосередньо на скручені ізольовані жили, поверх яких немає поясної ізоляції.

18.17.1 Проведення випробовування

Зразок намотують на випробовувальний барабан (наприклад, на шийку барабана) не менше ніж одним повним витком за температури навколишнього середовища. Діаметр барабана повинен бути $7D \pm 5\%$, де D — фактичний зовнішній діаметр зразка кабелю. Потім зразок розпрямляють і повторюють операцію, вигинання зразка проводять у протилежному напрямку.

Цей цикл повторюють тричі. Потім намотаний на барабан зразок поміщають на 24 год у термостат, нагрітий до максимально допустимої температури жили в нормальному режимі.

Після охолодження кабелю відповідно до 15.3 проводять випробовування напругою, зразок кабелю залишається в намотаному стані.

18.17.2 Вимоги

Не повинно бути пробою і зовнішня оболонка не повинна мати тріщин.

18.18 Визначання твердості ізоляції з NEPR**18.18.1 Проведення випробовування**

Відбирання зразків і метод проведення випробовування повинні відповідати додатку С.

18.18.2 Вимоги

Результати випробовування повинні відповідати вимогам таблиці 17.

18.19 Визначання модуля еластичності ізоляції з HEPR**18.19.1 Проведення випробовування**

Відбирання, підготовлення зразків і метод випробовування повинні відповідати розділу 9 ІЕС 60811-1-1.

Вимірюють навантаження за 150 %-го відносного видовження. Значення напруги визначають діленням значень навантаження на площу поперечного перерізу нерозтягнутого зразка. Для отримання модуля еластичності за 150 %-го відносного видовження визначають відношення напруги до величини деформації.

За модуль еластичності приймають медіанне значення.

18.19.2 Вимоги

Результати випробовування повинні відповідати вимогам, що наведені в таблиці 17.

18.20 Випробовування на зсідання зовнішніх оболонок з РЕ**18.20.1 Проведення випробовування**

Відбирання зразків і метод проведення випробовування повинні відповідати розділу 11 ІЕС 60811-1-3 і умовам, що наведені в таблиці 20.

18.20.2 Вимоги

Результати випробовування повинні відповідати вимогам таблиці 20.

Примітка. Метод випробовування безгалогенних зовнішніх оболонок перебуває на стадії розгляду.

18.21 Додаткові механічні випробовування безгалогенних зовнішніх оболонок

Ці випробовування призначені для забезпечення того, що безгалогенні зовнішні оболонки не будуть пошкоджені під час прокладання і експлуатації.

Примітка. Випробовування на стійкість до стирання, зносостійкість і тепловий удар перебувають на стадії розгляду.

18.22 Випробовування на водовбирання безгалогенних зовнішніх оболонок**18.22.1 Проведення випробовування**

Відбирання зразків і метод проведення випробовування повинні відповідати 9.2 ІЕС 60811-1-3 і умовам, що наведені в таблиці 21.

18.22.2 Вимоги

Результати випробовування повинні відповідати вимогам, що наведені в таблиці 21.

19 ЕЛЕКТРИЧНІ ВИПРОБОВУВАННЯ ПІСЛЯ ПРОКЛАДАННЯ

Випробовування після прокладання проводять по завершенню монтування кабелю і його арматури.

Протягом 15 хв прикладають напругу постійного струму $4U_0$.

Примітка. Електричні випробовування відремонтованих кабельних ліній проводять відповідно до правил їх установлення. Наведені вище випробовування відносяться лише до нових кабельних ліній.

Таблиця 13 — Вимоги до електричних випробовувань типу ізоляційних матеріалів

Умовні позначки компаундів (див. 4.2)	Одиниця вимірювання	PVC/A	EPR/HEPR	XLPE
Максимально допустима температура жили за нормального режиму (див. 4.2)	°C	70	90	90
Об'ємний питомий опір, ρ — за температури 20 °C (див. 17.1) — за максимально допустимої температури жили за нормального режиму (див. 17.2)	Ом·см Ом·см	10^{13} 10^{10}	— 10^{12}	— 10^{12}
Стала опору ізоляції K_i — за температури 20 °C (див. 17.1) — за максимально допустимої температури жили за нормального режиму (див. 17.2)	МОм·км МОм·км	36,7 0,037	— 3,67	— 3,67

Таблиця 14 — Неелектричні випробовування типу (див. таблиці 15—23)

Умовні позначки компаундів (див. 4.2 і 4.3)	Ізоляція				Оболонка					
	PVC/A	EPR	HEPR	XLPE	PVC		PE			
					ST ₁	ST ₂	ST ₃	ST ₇	ST ₈	SE ₁
<i>Розміри</i>										
Вимірювання товщини	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Механічні характеристики</i> (міцність під час розтягування і відносне видовження під час розривання):										
до старіння	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
після старіння у термостаті	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
після старіння зразків готового кабелю	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
після витримки в гарячій оливі	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x
<i>Термопластичні характеристики:</i>										
випробовування натисненням за високої температури (продавлювання)	x	—	—	—	x	x	—	x	x	—
стійкість до дії низької температури	x	—	—	—	x	x	—	—	x	—
<i>Інші випробовування</i>										
Випробовування на втрату маси в термостаті	—	—	—	—	—	x	—	—	—	—
Випробовування на тепловий удар (розтріскування)	x	—	—	—	x	x	—	—	—	—
Випробовування на озоностійкість	—	x	x	—	—	—	—	—	—	—
Випробовування на теплову деформацію	—	x	x	x	—	—	—	—	—	x
Водовбирання	x	x	x	x	—	—	—	—	x	—
Випробовування на зсідання	—	—	—	x	—	—	x	x	c)	—
Визначання вмісту сажі ^{a)}	—	—	—	—	—	—	x	x	—	—
Визначання твердості	—	—	x	—	—	—	—	—	—	—
Визначання модуля еластичності	—	—	x	—	—	—	—	—	—	—
Випробовування на вогнестійкість										
Випробовування на поширення полум'я поодинокі прокладені кабелі	—	—	—	—	x	x	—	—	—	x
Випробовування на поширення полум'я кабелів, прокладених у пучках	—	—	—	—	—	—	—	—	x	—
Випробовування на димовиділення	—	—	—	—	—	—	—	—	x	—
Випробовування на виділення кислотних газів	—	b)	b)	b)	—	—	—	—	x	—
Випробовування на визначання pH і питомої провідності	—	b)	b)	b)	—	—	—	—	x	—
Випробовування на визначання вмісту фтору	—	b)	b)	b)	—	—	—	—	x	—
Примітка. «x» означає необхідність проведення випробовування типу.										
a) Тільки для зовнішніх оболонок чорного кольору.										
b) Випробовування потрібне лише для EPR, HEPR і XLPE, якщо кабель є безгалогенним.										
c) Перебуває на стадії розгляду.										

Таблиця 15 — Випробовування і вимоги до механічних характеристик ізоляційних матеріалів (до і після старіння)

Умовні позначки компаундів (див. 4.2)	Одиниця вимірювання	PVC/A	EPR		HEPR		XLPE	
			Кабелі з мідними жилами на 0,6/1 (1,2) кВ	Решта кабелів	Кабелі з мідними жилами на 0,6/1 (1,2) кВ	Решта кабелів	Кабелі з мідними жилами на 0,6/1 (1,2) кВ	Решта кабелів
Максимально допустима температура жили за нормального режиму (див. 4.2)	°C	70	90	90	90	90	90	90
До старіння (ІЕС 60811-1-1, розділ 9.1) Міцність під час розтягування, не менше ніж	Н/мм ²	12,5	4,2	4,2	8,5	8,5	12,5	12,5
Відносне видовження під час розривання, не менше ніж	%	150	200	200	200	200	200	200
Після старіння в термостаті (ІЕС 60811-1-2, розділ 8.1) Після старіння без струмопровідної жили Умови випробовування:								
— температура	°C	100	135	135	135	135	135	135
— допустимий відхил	°C	± 2	± 3	± 3	± 3	± 3	± 3	± 3
— тривалість	год	168	168	168	168	168	168	168
Міцність під час розтягування: а) значення після старіння, не менше ніж	Н/мм ²	12,5	—	—	—	—	—	—
б) відхил ^{а)} , не більше ніж	%	± 25	± 30	± 30	± 30	± 30	± 25	± 25
Відносне видовження під час розривання: а) значення після старіння, не менше ніж	%	150	—	—	—	—	—	—
б) відхил ^{а)} , не більше ніж	%	± 25	± 30	± 30	± 30	± 30	± 25	± 25
Після старіння з мідною струмопровідною жилою з подальшим випробовуванням на розтягування ^{б)} Умови випробовування:								
— температура	°C	—	150	—	150	—	150	—
— допустимий відхил	°C	—	± 3	—	± 3	—	± 3	—
— тривалість	год	—	168	—	168	—	168	—
Міцність під час розтягування: відхил ^{а)} , не більше ніж	%	—	± 30	—	± 30	—	± 30	—
Відносне видовження під час розривання: відхил ^{а)} , не більше ніж	%	—	± 30	—	± 30	—	± 30	—
Після старіння з мідною струмопровідною жилою з подальшим випробовуванням на згинання (якщо не проводиться випробовування на розтягування) ^{б)} Умови випробовування:								
— температура	°C	—	150	—	150	—	150	—
— допустимий відхил	°C	—	± 3	—	± 3	—	± 3	—
— тривалість	год	—	240	—	240	—	240	—
Оцінка результатів		—	Відсут- ність тріщин	—	Відсут- ність тріщин	—	Відсут- ність тріщин	—
^{а)} Відхил: відношення різниці між середнім значенням після старіння і середнім значенням до старіння, до середнього значення до старіння, виражене у відсотках.								
^{б)} Див. 18.3.2.								

Таблиця 16 — Випробовування і вимоги до специфічних характеристик PVC компаундів для ізоляції

Умовні позначки компаундів (див. 4.2 і 4.3)	Одиниця вимірювання	PVC/A
Застосування PVC компаундів		Ізоляція
<i>Випробовування натисненням за високої температури</i> (ІЕС 60811-3-1, розділ 8) — температура (допустимий відхил ± 2 °C)	°C	80
<i>Випробовування за низької температури^{a)}</i> (ІЕС 60811-1-4, розділ 8) Випробовування без попереднього старіння: — вигинання за низької температури для діаметра < 12,5 мм — температура (допустимий відхил ± 2 °C)	°C	-15
Відносне видовження за низької температури на зразках у вигляді двосторонньої лопатки: — температура (допустимий відхил ± 2 °C)	°C	-15
Механічний удар за низької температури: — температура (допустимий відхил ± 2 °C)	°C	—
<i>Тепловий удар</i> (ІЕС 60811-3-1, розділ 9) Умови випробовування: — температура (допустимий відхил ± 3 °C) — тривалість	°C год	150 1
<i>Водовбирання</i> (ІЕС 60811-1-3, розділ 9.1) Електричний метод: Умови випробовування: — температура (допустимий відхил ± 2 °C) — тривалість	°C год	70 240
^{a)} За особливих кліматичних умов у національних стандартах може бути встановлена нижча температура випробовування.		

Таблиця 17 — Випробовування і вимоги до специфічних характеристик різних термореактивних компаундів для ізоляції

Умовні позначки компаундів (див. 4.2)	Одиниця вимірювання	EPR	HEPR	XLPE
<i>Випробовування на озоностійкість</i> (ІЕС 60811-2-1, розділ 8) Концентрація озону (об'ємна)	%	від 0,025 до 0,030	від 0,025 до 0,030	—
Тривалість випробовування без розтріскування	год	24	24	—
<i>Випробовування на теплову деформацію</i> (ІЕС 60811-2-1, розділ 9) Умови випробовування: — температура повітря (допустимий відхил ± 3 °C) — час під навантаженням — механічна напруга	°C хв Н/см ²	250 15 20	250 15 20	200 15 20
Відносне видовження під навантаженням, не більше ніж	%	175	175	175
Залишкове відносне видовження після охолодження, не більше ніж	%	15	15	15
<i>Водовбирання</i> (ІЕС 60811-1-3, 9.2) Гравіметричний метод: Умови випробовування: — температура (допустимий відхил ± 2 °C) — тривалість	°C год	85 336	85 336	85 336
Збільшення маси, не більше ніж	мг/см ²	5	5	1 ^{a)}

Кінець таблиці 17

Умовні позначки компаундів (див. 4.2)	Одиниця вимірювання	EPR	HEPR	XLPE
<i>Випробовування на зсідання</i> (ІЕС 60811-1-3, розділ 10) Відстань між позначками, <i>L</i> Умови випробовування: — температура (допустимий відхил $\pm 3^{\circ}\text{C}$) — тривалість Зсідання, не більше ніж	мм $^{\circ}\text{C}$ год %	— — — —	— — — —	200 130 1 4
<i>Визначання твердості</i> (див. додаток С) IRHD ^{b)} , не менше ніж		—	80	—
<i>Визначання модуля еластичності</i> (див. 18.19) Модуль за 150 %-го видовження, не менше ніж	Н/мм ²	—	4,5	—
^{a)} Зміна, що перевищує 1 мг/см ² , перебуває на стадії розгляду для зшитого поліетилену густиною більше ніж 1 г/см ³ . ^{b)} IRHD: Міжнародні одиниці твердості гуми.				

Таблиця 18 — Випробовування і вимоги до механічних характеристик компаундів для оболонки (до і після старіння)

Умовні позначки компаундів (див. 4.3)	Одиниця вимірювання	ST ₁	ST ₂	ST ₃	ST ₇	ST ₈	SE ₁
Максимально допустима температура жили за нормального режиму (див. 4.3)	$^{\circ}\text{C}$	80	90	80	90	90	85
<i>До старіння</i> (ІЕС 60811-1-1, 9.2) Міцність під час розтягування, не менше ніж Відносне видовження під час розривання, не менше ніж	Н/мм ² %	12,5 150	12,5 150	10,0 300	12,5 300	9,0 125	10,0 300
<i>Після старіння в термостаті</i> (ІЕС 60811-1-2, 8.1) Умови випробовування: — температура (допустимий відхил $\pm 2^{\circ}\text{C}$) — тривалість Міцність під час розтягування: а) значення після старіння, не менше ніж б) відхил ^{a)} , не більше ніж Відносне видовження під час розривання: а) значення після старіння, не менше ніж б) відхил ^{a)} , не більше ніж	$^{\circ}\text{C}$ год Н/мм ² % % %	100 168 12,5 ± 25 150 ± 25	100 168 12,5 ± 25 150 ± 25	100 240 — — 300 —	110 240 — — 300 —	100 168 9,0 ± 40 100 ± 40	100 168 — ± 30 250 ± 40
^{a)} Відхил: відношення різниці між середнім значенням після старіння і середнім значенням до старіння, до середнього значення до старіння, виражене у відсотках.							

Таблиця 19 — Випробовування і вимоги до специфічних характеристик PVC компаундів для оболонки

Умовні позначки компаундів (див. 4.2 і 4.3)	Одиниця вимірювання	ST ₁	ST ₂
Застосування PVC компаундів		Оболонка	
<i>Втрата маси в термостаті</i> (ІЕС 60811-3-2, 8.2) Умови випробовування: — температура (допустимий відхил $\pm 2^{\circ}\text{C}$) — тривалість Втрата маси, не більше ніж	$^{\circ}\text{C}$ год мг/см ²	— — —	100 168 1,5

Кінець таблиці 19

Умовні позначки компаундів (див. 4.2 і 4.3)	Одиниця вимірювання	ST ₁	ST ₂
Застосування PVC компаундів		Оболонка	
<i>Випробовування натисненням за високої температури</i> (ІЕС 60811-3-1, розділ 8) — температура (допустимий відхил $\pm 2^\circ\text{C}$)	$^\circ\text{C}$	80	90
<i>Випробовування за низької температури^{a)}</i> (ІЕС 60811-1-4, розділ 8) Випробовування без попереднього старіння: — вигинання за низької температури для діаметра $< 12,5$ мм — температура (допустимий відхил $\pm 2^\circ\text{C}$)	$^\circ\text{C}$	-15	-15
Відносне видовження за низької температури на зразках у вигляді двосторонньої лопатки: — температура (допустимий відхил $\pm 2^\circ\text{C}$)	$^\circ\text{C}$	-15	-15
Механічний удар за низької температури: — температура (допустимий відхил $\pm 2^\circ\text{C}$)	$^\circ\text{C}$	-15	-15
<i>Тепловий удар</i> (ІЕС 60811-3-1, розділ 9) Умови випробовування: — температура (допустимий відхил $\pm 3^\circ\text{C}$) — тривалість	$^\circ\text{C}$ год	150 1	150 1
^{a)} За особливих кліматичних умов у національних стандартах може бути встановлена нижча температура випробовування.			

Таблиця 20 — Випробовування і вимоги до специфічних характеристик компаундів на основі термопластичного РЕ для оболонки

Умовні позначки компаундів (див. 4.3)	Одиниця вимірювання	ST ₃	ST ₇
<i>Густина^{a)}</i> (ІЕС 60811-1-3, розділ 8)			
<i>Визначання вмісту сажі</i> (для зовнішньої оболонки чорного кольору) (ІЕС 60811-4-1, розділ 11) Номинальне значення Допустимий відхил	% %	2,5 $\pm 0,5$	2,5 $\pm 0,5$
<i>Випробовування на зсідання</i> (ІЕС 60811-1-3, розділ 11) Умови випробовування: — температура (допустимий відхил $\pm 2^\circ\text{C}$) — тривалість нагрівання — кількість циклів нагрівання Зсідання, не більше ніж	$^\circ\text{C}$ год %	80 5 5 3	80 5 5 3
<i>Випробовування натисненням за високої температури</i> — температура (допустимий відхил $\pm 2^\circ\text{C}$)	$^\circ\text{C}$	—	110
^{a)} Визначання густини потрібно лише для проведення інших випробовувань.			

Таблиця 21 — Випробовування і вимоги до специфічних характеристик безгалогенних компаундів для оболонки

Умовні позначки компаундів	Одиниця вимірювання	ST ₈
<i>Випробовування за низької температури^{а)}</i> (ІЕС 60811-1-4, розділ 8) Випробовування без попереднього старіння: — вигинання за низької температури для діаметра < 12,5 мм — температура (допустимий відхил ± 2 °C) Відносне видовження за низької температури на зразках у вигляді двосторонньої лопатки: — температура (допустимий відхил ± 2 °C) Механічний удар за низької температури: — температура (допустимий відхил ± 2 °C)	°C	-15
<i>Випробовування натисненням за високої температури</i> (ІЕС 60811-3-1, розділ 8) — температура (допустимий відхил ± 2 °C)	°C	80
<i>Водовбирання</i> (ІЕС 60811-1-3, 9.2) Гравіметричний метод: Умови випробовування: — температура (допустимий відхил ± 2 °C) — тривалість Збільшення маси, не більше ніж	°C год мг/см ²	70 24 10
^{а)} За особливих кліматичних умов у національних стандартах може бути встановлена нижча температура випробовування.		

Таблиця 22 — Випробовування і вимоги до специфічних характеристик еластомерних компаундів для оболонки

Умовні позначки компаундів (див. 4.3)	Одиниця вимірювання	SE ₁
<i>Випробовування на стійкість до дії мінеральної оливи з подальшим визначанням механічних характеристик</i> (ІЕС 60811-2-1, розділ 10 і ІЕС 60811-1-1, розділ 9) Умови випробовування: — температура оливи (допустимий відхил ± 2 °C) — тривалість Відхил, не більше ніж ^{а)} а) міцності під час розтягування б) відносного видовження під час розривання	°C год % %	100 24 ± 40 ± 40
<i>Випробовування на теплову деформацію</i> (ІЕС 60811-2-1, розділ 9) Умови випробовування: — температура (допустимий відхил ± 3 °C) — час під навантаженням — механічна напруга Відносне видовження під навантаженням, не більше ніж Залишкове подовження після охолодження, не більше ніж	°C хв Н/см ² % %	200 15 20 175 15
^{а)} Відхил: відношення різниці між середніми значеннями після і до витримання в оливі, виражене у відсотках від значення, отриманого до витримання в оливі.		

Таблиця 23 — Випробовування і вимоги до безгалогенних компаундів

Метод випробовування	Одиниця вимірювання	Вимога
<i>Випробовування на виділення кислотних газів</i> (ІЕС 60754-1) Вміст бромів і хлору (вираженого як HCl), не більше ніж	%	0,5
<i>Випробовування на визначання вмісту фтору</i> (ІЕС 60684-2) Вміст фтору, не більше ніж	%	0,1
<i>Випробовування на визначання рН і питомої електропровідності</i> (ІЕС 60754-2) рН, не менш ніж Питома електропровідність, не більше ніж	мкСм/мм	4,3 10
Примітка. Випробовування на визначання токсичності перебуває на стадії розгляду.		

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

МЕТОД УМОВНОГО РОЗРАХОВУВАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧАННЯ РОЗМІРІВ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ

Товщину елементів кабелю, таких як оболонки і броня, залежно від номінальних діаметрів кабелів зазвичай визначають за допомогою таблиць.

У зв'язку з цим іноді виникають проблеми. Розрахункові номінальні діаметри не завжди співпадають з фактичними значеннями, які отримують під час виготовлення. У деяких випадках можуть виникнути проблеми, якщо товщина покриття не відповідає фактичному діаметру, оскільки розрахунковий діаметр дещо інший. Відхилення розмірів фасонних жил у різних виробників і різні методи розраховування є причиною деяких відмінностей у номінальних діаметрах і можуть, відповідно, призводити до відхилів у товщині покриттів, які накладають на той самий тип кабелю.

Щоб уникнути цих труднощів було розроблено метод умовного розраховування. Його принцип полягає в тому, що форму і ступінь ущільнення жил не враховують, а визначають розрахункові діаметри, за допомогою формул, що базуються на площі перерізу жил, номінальній товщині ізоляції та кількості ізольованих жил. Товщини оболонки та інших покриттів визначають залежно від розрахункових діаметрів за допомогою формул або таблиць. Розрахунковий діаметр визначають однозначно і немає жодних розбіжностей у товщинах покриттів, які слід використовувати; вони не залежать від невеликих відмінностей, обумовлених методами виготовлення. Цей метод стандартизує конструкцію кабелів, оскільки товщину розраховують заздалегідь і встановлюють для кожної площі перерізу жили.

Метод умовного розраховування застосовують лише для визначання розмірів оболонок і покриттів кабелів. Він не замінює звичайних розраховувань діаметрів, потрібних для практичних цілей, які треба проводити окремо.

А.1 Загальні положення

Під час розраховування товщини різних покриттів кабелю за цим методом, відмінностей, які могли б виникнути під час незалежних розраховувань, наприклад, внаслідок відмінності розмірів жили, і відповідних відмінностей між номінальними і фактичними діаметрами, не повинно бути.

Усі значення товщин і діаметрів округляють відповідно до правил, наведених у додатку В, до першого десяткового знака.

Стрічки для скріплення, наприклад накладені відкритою спіраллю по броні, якщо їх товщина не перевищує 0,3 мм, під час розраховування не враховують.

A.2 Метод**A.2.1 Струмопровідні жили**

У таблиці А.1 наведено розрахунковий діаметр струмопровідної жили (d_L) залежно від номінальної площі перерізу і без урахування її форми або ступеня ущільнення.

Таблиця А.1 — Розрахунковий діаметр струмопровідної жили

Номінальна площа перерізу жили, мм ²	d_L , мм	Номінальна площа перерізу жили, 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

A.2.2 Ізольовані жили

Розрахунковий діаметр будь-якої ізольованої жили D_c визначають за формулою:

$$D_c = d_L + 2t_i;$$

де t_i — номінальна товщина ізоляції, мм (див. таблиці 5—7).

Якщо використовують металевий екран або концентричну жилу, то діаметр збільшують відповідно до А.2.5.

A.2.3 Діаметр по скручених ізольованих жилах

Розрахунковий діаметр по скручених ізольованих жилах (D_f) визначають за формулами:

а) для кабелів, усі жили яких мають однакову номінальну площу перерізу:

$$D_f = k \cdot D_c,$$

де коефіцієнт скручування k визначають за таблицею А.2

б) для чотирижильних кабелів із однією жилою з меншою площею перерізу:

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

де D_{c1} — розрахунковий діаметр ізольованої фазної жили, разом із металевим шаром, якщо він є, мм;

D_{c2} — розрахунковий діаметр ізольованої жили з меншою площею перерізу, враховуючи ізоляцію або покриття, якщо вони є, мм.

Таблиця А.2 — Коефіцієнт скручування k для скручених ізольованих жил

Кількість ізольованих жил	Коефіцієнт скручування, k	Кількість ізольованих жил	Коефіцієнт скручування, 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

Кінець таблиці А.2

Кількість ізолюваних жил	Коефіцієнт скручування, k	Кількість ізолюваних жил	Коефіцієнт скручування, k
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)} Пучкове скручування ізолюваних жил.

А.2.4 Поясна ізоляція

Розрахунковий діаметр по поясній ізоляції (D_B) визначають за формулою:

$$D_B = D_f + 2t_B,$$

де $t_B = 0,4$ мм для розрахункових діаметрів по скручених жилах (D_f) до 40 мм включно;
 $t_B = 0,6$ мм для D_f більше ніж 40 мм.

Це розрахункове значення t_B прийнято для:

а) багатожильних кабелів:

- незалежно від наявності або відсутності поясної ізоляції;
- незалежно від того, внутрішнє покриття екструдоване або у вигляді обмотки;
- за умови, що розділову оболонку згідно з 12.3.3 не застосовують замість або додатково до поясної ізоляції; у цьому випадку використовують розраховування відповідно до А.2.7.

б) одножильних кабелів:

- якщо застосовують поясну ізоляцію екструдовану або у вигляді обмотки.

А.2.5 Концентричні жили і металеві екрани

Збільшення діаметра, зумовлене концентричною жилою або металевими екранами, наведено в таблиці А.3.

Таблиця А.3 — Збільшення діаметра за рахунок концентричної жили і металевих екранів

Номінальна площа перерізу концентричної жили або металевого екрана, мм ²	Збільшення діаметра, мм	Номінальна площа перерізу концентричної жили або металевого екрана, мм ²	Збільшення діаметра, мм
1,5	0,5	50	1,7
2,5	0,5	70	2,0
4	0,5	95	2,4

Кінець таблиці А.3

Номінальна площа перерізу концентричної жили або металевого екрана, мм ²	Збільшення діаметра, мм	Номінальна площа перерізу концентричної жили або металевого екрана, мм ²	Збільшення діаметра, мм
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

Якщо значення площі перерізу концентричної жили або металевого екрана перебуває між двома значеннями в наведеній таблиці, приймають те збільшення діаметра, яке встановлене для більшої площі перерізу.

Якщо є металевий екран, то його площу перерізу визначають таким чином:

а) стрічковий екран

$$\text{площа перерізу} = n_t \cdot t_t \cdot w_t,$$

де n_t — кількість стрічок;

t_t — номінальна товщина окремої стрічки, мм;

w_t — номінальна ширина окремої стрічки, мм.

Якщо загальна товщина екрана менша ніж 0,15 мм, то діаметр не збільшують:

1) для екрана у вигляді обмотки двома або однією стрічкою з перекриттям, за загальну товщину приймають подвоєну товщину однієї стрічки;

2) для екрана у вигляді подовжньо накладеної стрічки:

— якщо перекриття складає менше ніж 30 %, за загальну товщину приймають товщину стрічки;

— якщо перекриття дорівнює або більше ніж 30 %, за загальну товщину приймають подвоєну товщину стрічки;

б) дротяний екран (з накладеною по відкритій спіралі скріпною стрічкою, якщо вона є)

$$\text{площа перерізу} = \frac{n_w \cdot d_w^2 \cdot \pi}{4} + n_h \cdot t_h \cdot w_h,$$

де n_w — кількість дротів;

d_w — діаметр окремого дроту, мм;

n_h — кількість скріпних стрічок;

t_h — товщина скріпної стрічки, мм, якщо вона більше ніж 0,3 мм;

w_h — ширина скріпної стрічки, мм.

А.2.6 Свинцева оболонка

Розрахунковий діаметр по свинцевій оболонці D_{pb} визначають за формулою:

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

де D_g — розрахунковий діаметр під свинцевою оболонкою, мм;

t_{pb} — товщина, визначена згідно з розділом 11, мм.

А.2.7 Розділова оболонка

Розрахунковий діаметр по розділовій оболонці (D_s) визначають за формулою:

$$D_s = D_u + 2t_s,$$

де D_u — розрахунковий діаметр під розділовою оболонкою, мм;

t_s — товщина, визначена згідно з 12.3.3, мм.

А.2.8 Стрічкова подушка

Розрахунковий діаметр по стрічковій подушці (D_{lb}) визначають за формулою:

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

де D_{ulb} — розрахунковий діаметр під стрічковою подушкою, мм;

t_{lb} — товщина стрічкової подушки, тобто 1,5 мм відповідно до 12.3.4.

А.2.9 Додаткова подушка для кабелів зі стрічковою бронею (розташованою по поясній ізоляції)

Таблиця А.4 — Збільшення діаметра за рахунок додаткової подушки

Розрахунковий діаметр під додатковою подушкою, мм	Збільшення діаметра за рахунок додаткової подушки, мм
До 29	1,0
Понад 29	1,6

А.2.10 Броня

Розрахунковий діаметр по броні (D_x) визначають за формулами:

а) для броні з плоского або круглого дроту:

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

де D_A — діаметр під бронею, мм;

t_A — товщина або діаметр бронедроту, мм;

t_w — товщина накладеної по відкритій спіралі скріпної стрічки, мм, якщо вона є, і якщо товщина її більше ніж 0,3 мм.

б) для подвійної стрічкової броні:

$$D_x = D_A + 4t_A,$$

де D_A — діаметр під бронею, мм;

t_A — товщина стрічки броні, мм.

ДОДАТОК В (обов'язковий)

ОКРУГЛЕННЯ ЧИСЕЛ

В.1 Округлення чисел під час обчислення за методом умовного розраховування

Для округлення чисел під час обчислення діаметрів і визначання розмірів елементів конструкції відповідно до додатка А застосовують такі правила.

Якщо обчислюване значення на будь-якому етапі має більше одного знака після коми, то це значення округляють до одного знака після коми, тобто з точністю до 0,1 мм. Розрахунковий діаметр кожного елемента повинен бути округлений з точністю до 0,1 мм, і якщо його використовують для визначання товщини або розміра, розташованого безпосередньо зверху елемента, його треба округлити до введення у відповідні формулу або таблицю. Товщина, обчислена на основі округленого значення розрахункового діаметра, повинна бути в свою чергу округлена з точністю до 0,1 мм, як вказано в додатку А.

Приклади реалізації викладених правил:

а) якщо до округлення другим знаком після коми є цифри 0, 1, 2, 3 або 4, то цифра, що стоїть одразу після коми, залишається без зміни (округлення у бік зменшення).

Приклад

$$2,12 \approx 2,1$$

$$2,449 \approx 2,4$$

$$25,0478 \approx 25,0$$

б) якщо до округлення другим знаком після коми є цифри 9, 8, 7, 6 або 5, то цифра, що стоїть після коми, збільшується на одиницю (округлення у бік збільшення).

Приклад

$$2,17 \approx 2,2$$

$$2,453 \approx 2,5$$

$$30,050 \approx 30,1.$$

В.2 Округлення чисел для інших цілей

Для інших випадків, які не було розглянуто в В.1, може бути потрібне округлення значень більше ніж до одного знака після коми. Це може мати місце, наприклад, за обчислення середнього значення декількох результатів вимірювання або мінімального значення з використанням відхилю у відсотках від номінального значення. У цьому випадку округлення треба проводити до того знака після коми, який визначений у відповідних пунктах.

При цьому метод округлення повинен бути таким:

- а) якщо остання цифра, яка повинна залишитися після коми, до округлення стоїть перед 0, 1, 2, 3 або 4, то вона залишається без зміни (округлення у бік зменшення).
- б) якщо остання цифра, яка повинна залишитися після коми, до округлення стоїть перед 9, 8, 7, 6 або 5, то вона повинна бути збільшена на 1 (округлення у бік збільшення).

Приклад

2,449 $\approx$ 2,45 — округлення до двох знаків після коми;
 2,449 $\approx$ 2,4 — округлення до одного знака після коми;
 25,0478 $\approx$ 25,048 — округлення до трьох знаків після коми;
 25,0478 $\approx$ 25,05 — округлення до двох знаків після коми;
 25,0478 $\approx$ 25,0 — округлення до одного знака після коми.

ДОДАТОК С (обов'язковий)

ВИЗНАЧАННЯ ТВЕРДОСТІ ІЗОЛЯЦІЇ З HEPR

С.1 Зразок

Зразком для випробовування є зразок готового кабелю, з якого видалені всі покриття, які були зовні ізоляції з HEPR. Допускається проводити випробовування на зразку ізольованої жили.

С.2 Проведення випробовування

Випробовування проводять згідно з ISO 48 зі змінами, наведеними нижче.

С.2.1 Поверхні з великим радіусом кривизни

Випробовувальний прилад згідно з ISO 48 повинен мати таку конструкцію, щоб міцно триматися на ізоляції з HEPR, забезпечуючи вертикальне стикання притискної лапки та наконечника з її поверхнею у один із таких способів:

- а) прилад повинен мати притискальний пристрій, що переміщається на універсальних шарнірах, що забезпечують регулювання стикання з кривою поверхнею;
- б) у основі приладу повинні бути два паралельні прутка А і А', розташовані на відстані, яка визначається кривизною поверхні (див. рисунок С.1).

Ці способи можуть бути застосовані під час випробовування на поверхні з радіусом кривизни менше ніж 20 мм.

Якщо товщина ізоляції з HEPR менша ніж 4 мм, то застосовують прилад згідно з ISO 48 для тонких і невеликих випробовуваних зразків.

С.2.2 Поверхні з невеликим радіусом кривизни

Якщо поверхня має менший радіус кривизни, ніж зазначено в С.2.1, то зразок повинен бути розташований на тій самій жорсткій опорі, що і випробувальний прилад так, щоб запобігти переміщенню ізоляції з HEPR за додавання до наконечника додаткового зусилля продавлювання і забезпечити його вертикальне розташування над віссю зразка. Для цього повинно бути передбачено наступне:

- а) розміщення зразка в канавці або пазі металевого затискача (див. рисунок С.2 а));
- б) розміщення кінців жили випробовуваного зразка в v-подібному пазі (див. рисунок С.2 б)).

Радіус кривизни поверхні, вимірюваний цими способами, повинен бути не менше ніж 4 мм.

Для менших радіусів застосовують прилад згідно з ISO 48 для тонких і невеликих випробовуваних зразків.

С.2.3 Кондиціювання і температура випробовування

Період часу між виготовленням, тобто вулканізацією, і випробовуванням повинен бути 16 год.

Випробовування проводять за температури $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$, а зразки витримують за цієї температури не менше ніж 3 год безпосередньо перед випробовуванням.

С.2.4 Кількість вимірювань

Проводять по одному вимірюванню в трьох або п'яти різних точках, розташованих по колу зразка. Медіанним значенням вважають значення твердості зразка, округлене до найближчого цілого числа і виражене в міжнародних одиницях твердості гуми (IRHD).

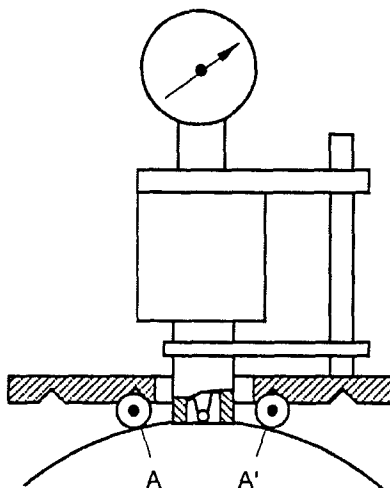


Рисунок С.1 — Випробовування на поверхні з великим радіусом кривизни

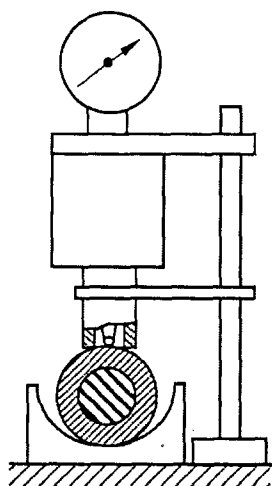


Рисунок С.2 а) — Канавка для випробовуваного зразка

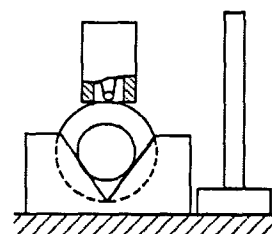


Рисунок С.2 б) — Випробовуваний зразок у v-подібному пазі

Рисунок С.2 — Випробовування на поверхні з невеликим радіусом кривизни

ДОДАТОК НА
(довідковий)

**ПЕРЕЛІК НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ,
ЗГАРМОНІЗОВАНИХ ІЗ МІЖНАРОДНИМИ СТАНДАРТАМИ,
ПОСИЛАННЯ НА ЯКІ Є В ЦЬОМУ СТАНДАРТІ**

ДСТУ 4216:2003 Випробовування електричних кабелів в умовах впливу вогню. Частина 1. Випробовування на поширення полум'я поодиноким прокладеного вертикально розташованого ізолюваного проводу або кабелю (ІЕС 60332-1:1993, MOD)

ДСТУ 4237-3-24:2004 Випробовування електричних кабелів в умовах впливу вогню. Частина 3-24. Випробовування на поширення полум'я вертикально розташованих проводів або кабелів, прокладених у пучках. Категорія С (ІЕС 60332-3-24:2000, MOD)

ДСТУ 4367-2:2004 Вимірювання густини диму, що утворюється під час згоряння кабелів у певних умовах. Частина 2. Метод випробування та вимоги (ІЕС 61034-2:1997, MOD)

ДСТУ ІЕС 60754-1-2002 Випробування на гази, які виділяються під час згоряння матеріалів кабелів. Частина 1. Визначення кількості галогеноводнів (ІЕС 60754-1:1994, IDT)

ДСТУ ІЕС 60811-1-1:2004 Матеріали ізоляції та оболонки електричних і оптичних кабелів. Загальні методи випробування. Частина 1-1. Загальна призначеність. Вимірювання товщини та зовнішніх розмірів. Випробовування для визначення механічних властивостей (ІЕС 60811-1-1: 2001, IDT)

ДСТУ ІЕС 60811-1-2:2004 Матеріали ізоляції та оболонки електричних і оптичних кабелів. Загальні методи випробування. Частина 1-2. Загальна призначеність. Методи теплового старіння (ІЕС 60811-1-2:1985, IDT)

ДСТУ ІЕС 60811-1-3:2005 Матеріали ізоляції та оболонки електричних і оптичних кабелів. Загальні методи випробування. Частина 1-3. Загальна призначеність. Методи визначення густини. Випробування на водовбирання. Випробування на зсідання (ІЕС 60811-1-3:2001, IDT)

ДСТУ ІЕС 60811-1-4:2004 Матеріали ізоляції та оболонки електричних і оптичних кабелів. Загальні методи випробування. Частина 1-4. Загальна призначеність. Випробовування за низької температури (ІЕС 60811-1-4:1985, IDT)

ДСТУ ІЕС 60811-2-1:2004 Матеріали ізоляції та оболонки електричних і оптичних кабелів. Загальні методи випробування. Частина 2-1. Спеціальні методи випробування еластомерних композицій. Випробовування на озоностійкість, теплову деформацію та стійкість до дії мінеральної оливи (ІЕС 60811-2-1:2001, IDT)

ДСТУ ІЕС 60811-3-1:2004 Матеріали ізоляції та оболонки електричних і оптичних кабелів. Загальні методи випробування. Частина 3-1. Спеціальні методи випробування полівінілхлоридних композицій. Випробовування натисненням за високої температури. Випробовування на стійкість до розтріскування (ІЕС 60811-3-1:1985, IDT)

ДСТУ ІЕС 60811-3-2:2004 Матеріали ізоляції та оболонки електричних і оптичних кабелів. Загальні методи випробування. Частина 3-2. Спеціальні методи випробування полівінілхлоридних композицій. Випробовування для визначення втрати маси. Випробовування на термостійкість (ІЕС 60811-3-2:1995, IDT)

ДСТУ ІЕС 60811-4-1:2005 Матеріали ізоляції та оболонки електричних і оптичних кабелів. Загальні методи випробування. Частина 4-1. Методи, застосовувані до поліетиленових і поліпропіленових композицій. Стійкість до розтріскування за дії зовнішніх чинників. Вимірювання індексу текучості розплаву. Вимірювання вмісту сажі та (чи) мінерального наповнювача в поліетилені безпосереднім згорянням. Вимірювання вмісту сажі за допомогою термогравіметричного аналізу (ТГА). Оцінювання мікроскопом дисперсності сажі в поліетилені (ІЕС 60811-4-1:2004, IDT).

Код УКНД 29.060.20

Ключові слова: безгалогенні кабелі, випробовування, зшитий поліетилен, кабелі з полівінілхлоридною ізоляцією, кабелі з поліетиленовою ізоляцією, механічні випробовування, оболонка, старіння.
