



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

КАБЕЛІ ОПТИЧНІ

Частина 1-1. Загальні технічні умови
Основні положення
(IEC 60794-1-1:2000, IDT)

ДСТУ IEC 60794-1-1 – 2002

Видання офіційне

Київ
ДЕРЖАВНИЙ КОМІТЕТ УКРАЇНИ
З ПИТАНЬ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ
ТА СПОЖИВЧОЇ ПОЛІТИКИ
2003

ПЕРЕДМОВА

- 1 ВНЕСЕНО Науково-інженерним центром лінійно-кабельних споруд (НІЦ ЛКС) Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій
- 2 НАДАНО ЧИННОСТІ наказом Держстандарту України від 12 червня 2002 р. № 357 з 2003–07–01
- 3 Стандарт відповідає ІЕС 60794-1-1:2000 Optical fibre cables — Part 1-1: Generic specification — General (Кабелі волоконно-оптичні. Частина 1-1. Загальні технічні умови. Основні положення) Ступінь відповідності — ідентичний (IDT)
Переклад з англійської (en)
- 4 ВВЕДЕНО ВПЕРШЕ
- 5 ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **В. Каток**, канд. техн. наук, проф. (науковий керівник); **М. Петрашенко, О.Виноградний, Ю.Фролов**

ЗМІСТ

	С.
Національний вступ	IV
Передмова до ІЕС 60794-1-1:2000	V
1 Сфера застосування та призначення	1
2 Нормативні посилання	1
3 Визначення понять	4
4 Оптичні кабелі	4
4.1 Кабелі для безпосереднього прокладання в ґрунт	4
4.2 Кабелі для прокладання в канали кабельної каналізації	4
4.3 Кабелі для прокладання в тунелях	4
4.4 Кабелі для підвішування на опорах ліній електропередавання	4
4.5 Кабелі для прокладання через озера, річки та фіорди	4
4.6 Внутрішні кабелі	4
4.7 Портативні (мобільні) кабелі	4
4.8 Кабелі для міжблочних з'єднань	4
4.9 Кабелі спеціального призначення	4
5 Матеріали	4
5.1 Матеріал оптичного волокна	4
5.2 Електричні провідники	4
5.3 Інші матеріали	4
6 Конструкція кабелю	4
7 Методи вимірювання. Загальні положення	4
8 Методи вимірювання геометричних параметрів	5
9 Методи вимірювання механічних характеристик	5
10 Методи вимірювання електричних характеристик	6
11 Методи вимірювання передавальних та оптичних характеристик	6
12 Методи вимірювання характеристик під впливом чинників довкілля	8
13 Методи вимірювання характеристик елементів кабелю	8
Додаток А Настанова щодо оптичних кабелів для коротких ліній зв'язку	9
Додаток В Настанова щодо придбання оптичних кабелів	13
Додаток С Настанова щодо прокладання оптичних кабелів	18
Додаток D Настанова щодо впливу водню в оптичних кабелях	33
Додаток НА Терміни та визначення понять, необхідні для розуміння тексту стандарту	35
Додаток НБ Перелік чинних в Україні стандартів, ідентичних МС, на які є посилання в цьому стандарті	35
Додаток НВ Перелік нормативних документів з тематики цього стандарту, чинних в Україні	36

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Розроблення волоконно-оптичних систем і ліній передавання та їх дослідна експлуатація на мережах зв'язку загального користування почалися в другій половині 70-х років. Поява кварцевих оптичних волокон з малими втратами стимулювала розвиток нової складникової бази для систем передавання — передавальних та приймальних пристроїв, узгоджених за своїми параметрами з характеристиками такого оптичного волокна. Таким чином з'явилась основа для розвитку нових технічних засобів передавання інформації — волоконно-оптичних кабелів.

До цього часу накопичено великий досвід стосовно як виробництва оптичних кабелів, так і в галузі будівництва, монтажу та експлуатації волоконно-оптичних ліній передавання. У багатьох країнах такі лінії передавання впродовж багатьох років перебувають у постійній комерційній експлуатації на мережах зв'язку загального користування. Це дало змогу уточнити вимоги до складників таких волоконно-оптичних ліній передавання і, зокрема, систематизувати та уточнити параметри і характеристики волоконно-оптичних кабелів різного застосування та сформулювати перелік вимог до них, що і розглянуто в цьому стандарті та в інших стандартах ІЕС 60794.

Цей стандарт є ідентичний переклад ІЕС 60794-1-1:2000 Optical fibre cables — Part 1-1: Generic specification — General (Волоконно-оптичні кабелі. Частина 1-1. Загальні технічні умови. Основні положення).

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- термін МС «Волоконно-оптичний кабель» (optical fiber cables) у національному стандарті замінено на «оптичний кабель» як загальновизнаний та прийнятний і зафіксований у нормативних документах, чинних в Україні (див. ГОСТ 26599–85);

- замінено «ця частина міжнародного стандарту» на «цей стандарт»;

- структурні елементи стандарту: «Обкладинку», «Передмову», «Національний вступ», додаток НА «Терміни та визначення понять» і «Бібліографічні дані» — оформлено згідно з вимогами державної системи стандартизації України;

- у тексті «Передмова до ІЕС 60794-1-1:2000» залишено тільки ту частину, яка безпосередньо стосується теми цього стандарту;

- у «Передмові до ІЕС 60794-1-1:2000», розділі 2, у додатках А (А.2, А.6, рисунок А.2), В (таблиця В.4b), С (С.3.5.1, С.4.2), D.4 наведено «Національні пояснення» та «Національні примітки», виділені в тексті рамкою;

У національному довідковому додатку НА наведено визначення деяких термінів цього стандарту, необхідних для розуміння тексту стандарту, переклад яких виконано відповідно до загально-визнаних та прийнятних термінів та положень, які зафіксовано в раніше виданих національних нормативних документах (ДСТУ, ГСТУ, КНД).

У цьому стандарті є посилання на ІЕС 60793-1-1:1999, ІЕС 60793-1-2:1995, ІЕС 60793-1-5:1995, ІЕС 60794-1-1:2000, ІЕС 60794-1-2:2000, ІЕС 60794-2:1998, ІЕС 60794-3:1998, які впроваджено в Україні як державні стандарти: ДСТУ ІЕС 60793-1-1–2001; ДСТУ ІЕС 60793-1-2–2001; ДСТУ ІЕС 60793-1-5–2001; ДСТУ ІЕС 60794-1-1–2001; ДСТУ ІЕС 60794-1-2–2001; ДСТУ ІЕС 60794-2–2001; ДСТУ ІЕС 60794-3–2001.

Замість ІЕС 60189-1:1986, ІЕС 60332-1:1993, ІЕС 60332-3:1992, посилання на які є в цьому стандарті, в Україні чинні ГОСТ 27893–88, ГОСТ 12176–89 (розділ 2), ГОСТ 12176–89 (розділ 3), відповідно. У національному довідковому додатку НВ наведено перелік цих чинних в Україні стандартів, ідентичних МС.

У національному довідковому додатку НС наведено розроблені та чинні в Україні нормативні документи з галузі оптичного зв'язку як довідковий матеріал для користувачів.

Стандарт відповідає вимогам чинного законодавства.

Копії ІЕС, на які є посилання в цьому стандарті і які на цей час ще не введено як національні стандарти, можна отримати в Національному фонді нормативних документів.

ПЕРЕДМОВА ДО ІЕС 60794-1-1:2000

Міжнародний стандарт (далі — МС) ІЕС 60794-1-1 був підготовлений підкомітетом ІЕС 86А: Волокна і кабелі (Технічний комітет ІЕС 86: Волоконна оптика).

Перше видання ІЕС 60794-1-1 разом з ІЕС 60794-1-2 є технічним переглядом документа і відмінняє та замінює четверте видання ІЕС 60794-1, видане в 1996 році.

Стандарт призначено для використання разом з ІЕС 60794-1-2: Optical fibre cables — Part 1-2: Generic specification — Basic optical cable test procedures.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ІЕС 60794-1-2: Кабелі волоконно-оптичні. Частина 1-2. Загальні технічні умови. Основні методи випробування оптичного кабелю

Ця версія ІЕС 60794-1-1 базована на першому виданні (1999 р.) (документи 86А/471/FDIS и 86А/488/RVD) і зміні 1 до нього (2000 р.) (документи 86А/520/FDIS и 86А/551/RVD).

МС надано номер видання 1.1.

ІЕС 60794 складається з таких частин із загальною назвою: Optical fibre cables.

Part 1-1: Generic specification — General

Part 1-2: Generic specification — Basic optical cable test procedures

Part 2: Indoor cables

Part 3: Duct, buried and aerial cables

Part 4: Overhead cables

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ІЕС 60794: Кабелі волоконно-оптичні.

Частина 1-1: Загальні технічні умови. Основні положення

Частина 1-2: Загальні технічні умови. Основні методи випробування оптичних кабелів

Частина 2: Внутрішні кабелі

Частина 3: Кабелі для прокладання в канали кабельної каналізації, у ґрунт і підвісні кабелі

Частина 4: Кабелі для підвішування на опорах ліній електропередавання

Додатки А, В і С наведено лише як довідкові.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

КАБЕЛІ ОПТИЧНІ

Частина 1-1. Загальні технічні умови
Основні положення

КАБЕЛИ ОПТИЧЕСКИЕ

Часть 1-1. Общие технические условия
Основные положения

OPTICAL FIBER CABLES

Part 1-1. Generic specification
General

Чинний від 2003–07–01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ ТА ПРИЗНАЧЕННЯ

Цей стандарт поширюється на оптичні кабелі, які застосовують разом з обладнанням зв'язку та пристроями, що використовують аналогічне обладнання, та на кабелі, які складаються як з оптичних волокон, так і з електричних провідників.

Призначення стандарту — установити єдині загальні вимоги до геометричних параметрів, передавальних і механічних характеристик, властивостей матеріалу, кліматичних властивостей, старіння матеріалу (під час витримування у відповідних умовах довкілля) оптичних кабелів (далі — ОК), а також, вимог до електричних характеристик кабелів, де це можливо.

Додаток А є настановою щодо кабелів з технічними характеристиками з наведеного ряду цього стандарту, які стосуються коротких ліній зв'язку.

Додаток В є настановою для користувачів цього стандарту щодо закупівлі та постачання ОК відповідно до вибраних технічних характеристик.

Додаток С є настановою щодо прокладання ОК.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Наведені нижче нормативні документи містять положення, які через посилання в цьому стандарті становлять положення цього стандарту. У разі датованих посилань пізніші зміни до будь-якого з цих видань або перегляд їх не застосовують. Однак учасникам угод, базованих на цьому стандарті, необхідно визначити можливість застосування найновіших видань нормативних документів, наведених нижче. У разі недатованих посилань радять звертатися до найновіших видань нормативних документів. Члени ІЕС та ІСО впорядковують каталоги чинних міжнародних стандартів.

IEC 60189-1:1986 Low-frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath — Part 1: General test and measuring methods

IEC 60331:1970 Fire-resisting characteristics of electric cables

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

IEC 60332-3:1992 Tests on electric cables under fire conditions — Part 3: Tests on bunched wires or cables

IEC 60754-1:1994 Test on gases evolved during combustion of materials from cables — Part 1: Determination of the amount of halogen acid 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 60793-1-1:1995 Optical fibres — Part 1: Generic specification — Section 1: General

IEC 60793-1-2:1995 Optical fibres — Part 1: Generic specification — Section 2: Measuring methods for dimensions

IEC 60793-1-3:1995 Optical fibres — Part 1: Generic specification — Section 3: Measuring methods for mechanical characteristics

IEC 60793-1-4:1995 Optical fibres — Part 1: Generic specification — Section 4: Measuring methods for transmission and optical characteristics

IEC 60793-1-5:1995 Optical fibres — Part 1: Generic specification — Section 5: Measuring methods for environmental characteristics

IEC 60793-2:1992 Optical fibres — Part 2: Product specifications

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 60874-1:1993 Connectors for optical fibres and cables — Part 1: Generic specification

IEC 60885-1:1987 Electrical test methods for electric cables — Part 1: Electrical tests for cables, cords and wires for voltages up to and including 450/750V

IEC 61034-1:1997 Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions — Part 1: Test apparatus

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

IEC 61300-2-1:1995 Fibre optic interconnecting devices and passive components — Basic test and measurement procedures — Part 2-1: Tests — Vibration (sinusoidal)

IEC 61300-2-2:1995 Fibre optic interconnecting devices and passive components — Basic test and measurement procedures — Part 2-2: Tests — Mating durability

IEC 61300-2-4:1995 Fibre optic interconnecting devices and passive components — Basic test and measurement procedures — Part 2-4: Tests — Fibre/cable retention

IEC 61300-2-5:1995 Fibre optic interconnecting devices and passive components — Basic test and measurement procedures — Part 2-5: Tests — Torsion/twist

IEC 61300-2-6:1995 Fibre optic interconnecting devices and passive components — Basic test and measurement procedures — Part 2-6: Tests — Tensile strength of coupling mechanism

IEC 61300-2-12:1995 Fibre optic interconnecting devices and passive components — Basic test and measurement procedures — Part 2-12: Tests — Impact

IEC 61300-3-1:1995 Fibre optic interconnecting devices and passive components — Basic test and measurement procedures — Part 3-1: Examinations and measurements — Visual examination

IEC 61300-3-11:1995 Fibre optic interconnecting devices and passive components — Basic test and measurement procedures — Part 3-11: Examinations and measurements — Engagement and separation forces

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

IEC 60189-1:1986 Низькочастотні кабелі та проводи з ПВХ-ізоляцією і ПВХ-оболонкою. Частина 1. Загальні методи випробування та вимірювання

IEC 60331:1970 Характеристики вогнетривких електричних кабелів

IEC 60332-1:1993 Випробування електричних кабелів на вогнетривкість. Частина 1. Випробування одиночного вертикально прокладеного ізольованого проводу чи кабелю

IEC 60332-3:1992 Випробування електричних кабелів на вогнетривкість. Частина 3. Випробування проводів чи кабелів, прокладених пучком

IEC 60754-1:1994 Випробування щодо газів, які виділяються під час горіння матеріалів, з яких виготовлено кабелі. Частина 1. Визначення кількості газів галогенних кислот

IEC 60754-2:1991 Випробування щодо газів, які виділяються під час горіння електричних кабелів. Частина 2. Визначення ступеня кислотності газів, які виділяються під час горіння матеріалів, з яких виготовлено електричні кабелі, за допомогою вимірювання рН та провідності

- ІЕС 60793-1-1:1995 Оптичні волокна. Частина 1. Загальні технічні умови. Секція 1. Основні положення
- ІЕС 60793-1-2:1995 Оптичні волокна. Частина 1. Загальні технічні умови. Секція 2. Методи вимірювання геометричних параметрів
- ІЕС 60793-1-3:1995 Оптичні волокна. Частина 1. Загальні технічні умови. Секція 3. Методи вимірювання механічних характеристик
- ІЕС 60793-1-4:1995 Оптичні волокна. Частина 1. Загальні технічні умови. Секція 4. Методи вимірювання передавальних та оптичних характеристик
- ІЕС 60793-1-5:1995 Оптичні волокна. Частина 1. Загальні технічні умови. Секція 5. Методи вимірювання характеристик під впливом чинників довкілля
- ІЕС 60793-2:1992 Оптичні волокна. Частина 2. Технічні умови на виріб
- ІЕС 60811-1-1:1993 Загальні методи випробування ізоляційних матеріалів та оболонки електричних кабелів. Частина 1. Методи загального застосування. Розділ 1. Вимірювання товщини та габаритних розмірів. Випробування на визначення механічних властивостей
- ІЕС 60874-1:1993 З'єднувачі для оптичних волокон і кабелів. Частина 1. Загальні технічні умови
- ІЕС 60885-1:1987 Електричні методи випробування для електричних кабелів. Частина 1. Електричні випробування кабелів, шнурів та проводів для напруг не більших від 450/750 В
- ІЕС 61034-1:1997 Вимірювання густини диму від кабелів, які горять у певних умовах. Частина 1. Випробувальне обладнання
- ІЕС 61034-2:1997 Вимірювання густини диму від кабелів, які горять у певних умовах. Частина 2. Методи випробування та вимоги
- ІЕС 61300-2-1:1995 Волоконно-оптичні з'єднувальні пристрої та пасивні елементи. Основні методи випробування та вимірювання. Частина 2-1. Випробування. Вібрація (синусоїдна)
- ІЕС 61300-2-2:1995 Волоконно-оптичні з'єднувальні пристрої та пасивні елементи. Основні методи випробування та вимірювання. Частина 2-2. Випробування. Визначення довговічності
- ІЕС 61300-2-4:1995 Волоконно-оптичні з'єднувальні пристрої та пасивні елементи. Основні методи випробування та вимірювання. Частина 2-4. Випробування. Стійкість волокна/кабелю до натягування
- ІЕС 61300-2-5:1995 Волоконно-оптичні з'єднувальні пристрої та пасивні елементи. Основні методи випробування та вимірювання. Частина 2-5. Випробування. Стійкість до кручення/закручування
- ІЕС 61300-2-6:1995 Волоконно-оптичні з'єднувальні пристрої та пасивні елементи. Основні методи випробування та вимірювання. Частина 2-6. Випробування. Стійкість до розтягування механізму з'єднання
- ІЕС 61300-2-12:1995 Волоконно-оптичні з'єднувальні пристрої та пасивні елементи. Основні методи випробування та вимірювання. Частина 2-12. Випробування. Стійкість до удару
- ІЕС 61300-3-1:1995 Волоконно-оптичні з'єднувальні пристрої та пасивні елементи. Основні методи випробування та вимірювання. Частина 3-1. Огляд та вимірювання. Візуальний огляд
- ІЕС 61300-3-11:1995 Волоконно-оптичні з'єднувальні пристрої та пасивні елементи. Основні методи випробування та вимірювання. Частина 3-11. Огляд та вимірювання. Стійкість до зусиль зачеплення та відривання

2.2 Посилання в цьому стандарті на технічні умови (далі — ТУ) щодо конкретних характеристик та параметрів кабелів призначено для того, щоб визначити прийнятні інші стандарти цього ряду, відповідні групи ТУ, що включені до них, та ТУ на конкретний кабель. Додаток А цього стандарту містить такі вимоги щодо кабелів для коротких ліній зв'язку.

3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

На розгляді.

4 ОПТИЧНІ КАБЕЛІ

ОК, які містять оптичні волокна і, можливо, електричні провідники, класифікують за наведеними нижче типами.

4.1 Кабелі для безпосереднього прокладання в ґрунт

4.2 Кабелі для прокладання в канали кабельної каналізації

4.3 Кабелі для прокладання в тунелях

4.4 Кабелі для підвішування на опорах ліній електропередавання

4.5 Кабелі для прокладання через озера, річки та фіорди

4.6 Внутрішні кабелі

4.7 Портативні (мобільні) кабелі

4.8 Кабелі для міжблочних з'єднань

4.9 Кабелі спеціального призначення

5 МАТЕРІАЛИ

5.1 Матеріал оптичного волокна

Оптичні волокна повинні бути однорідними за якістю, а їхні характеристики мають відповідати вимогам стандартів ІЕС 60793-1-1 та ІЕС 60793-2.

5.2 Електричні провідники

Характеристики будь-яких електричних провідників має бути узгоджено з відповідними стандартами ІЕС, як зазначено в ТУ на конкретний кабель.

5.3 Інші матеріали

Матеріали, використовувані в конструкціях ОК, повинні бути сумісні за фізичними та оптичними властивостями з волокнами, їх має бути узгоджено з відповідними стандартами ІЕС, як зазначено в ТУ на конкретний кабель.

6 КОНСТРУКЦІЯ КАБЕЛЮ

Конструкція, геометричні параметри, маса, механічні, оптичні, електричні характеристики та кліматичні властивості кожного типу ОК повинні відповідати зазначеним в ТУ на конкретний кабель.

7 МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Не до всіх кабелів слід застосовувати всі випробування.

Зазвичай, виробники ОК не вимірюють характеристики, властиві оптичним волокнам. Виробники оптичних волокон надають їм відповідні значення таких характеристик і ці значення можна використати як єдині чи статистичні дані.

Як зазначено в ТУ на конкретний кабель, за необхідності випробування може бути виконано й на старих (що були в експлуатації) зразках ОК.

8 МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

Геометричні параметри оптичних волокон, електричних провідників і кабелів визначають випробуваннями, які вибирають з таблиці 1. Застосовувані випробування, критерії прийнятності результатів та кількість зразків має бути зазначено в ТУ на конкретний кабель.

Таблиця 1 — Методи вимірювання геометричних параметрів

Метод випробування	Випробування	Характеристики, визначувані методом випробування
ІЕС 60793-1-A1	Заломлення в ближньому полі (див. примітку 1)	Діаметр осердя (див. примітки 3, 4, 5) Діаметр оболонки Некруглість оболонки
ІЕС 60793-1-A1B	Поперечна інтерференція	Похибка концентричності
ІЕС 60793-1-A2	Розподіл інтенсивності світла в ближньому полі (див. примітку 2)	Діаметр осердя (див. примітки 3, 4, 5) Діаметр оболонки Некруглість оболонки Похибка концентричності
ІЕС 60793-1-A3	Горизонтальна проекція розподілу інтенсивності світла для первинного покриття	Діаметр первинного покриття Некруглість первинного покриття Похибка концентричності первинного покриття
ІЕС 60793-1-A4	Вимірювання діаметра механічним способом	Діаметр оболонки Діаметр первинного покриття Діаметр буферного шару Некруглість
ІЕС 60793-1-A6	Затримання переданого та/чи відбитого імпульсу	Довжина волокна
ІЕС 60793-1-C1C	Метод зворотного розсіювання	Довжина волокна
ІЕС 60189-1	Механічне	Діаметр електричного провідника
ІЕС 60811-1-1	Механічне	Товщина ізоляції
ІЕС 60189-1		Товщина оболонок Габаритні розміри

Примітка 1. Метод заломлення в ближньому полі, ґрунтується на вимірюванні профілю показника заломлення. Його застосовують для точного визначення осердя волокна. За цим методом визначають профіль показника заломлення, за допомогою якого може бути розраховано розміри та числову апертуру.

Примітка 2. Розміри, обчислені методом розподілу інтенсивності світла в ближньому полі, корелюють по профілю показника заломлення, але не жорстко, відповідно до визначення діаметра осердя.

Примітка 3. Для розмірів, пов'язаних з передавальною частиною одномодових волокон (тобто, діаметра модового поля, концентричності модового поля), див. ІЕС 60793-1-4.

Примітка 4. З практичних причин діаметр осердя одномодових волокон точно не визначають.

Примітка 5. Визначення діаметра осердя одномодових волокон — на розгляді.

9 МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Механічні характеристики ОК слід визначати випробуваннями, вибраними з таблиці 2. Застосовувані випробування, критерії прийнятності результатів та кількість зразків має бути зазначено в ТУ на конкретний кабель.

Примітка. Не до всіх кабелів слід застосовувати всі випробування.

Таблиця 2 — Методи вимірювання механічних характеристик

Метод випробування	Випробування	Характеристики, визначувані методом випробування
ІЕС 60794-1-2-Е1	Розтягування	Механічна стійкість
ІЕС 60794-1-2-Е2	Стирання	
ІЕС 60794-1-2-Е3	Роздавлювання	
ІЕС 60794-1-2-Е4	Удар	
ІЕС 60794-1-2-Е13	Пошкодження пострілом	
ІЕС 60794-1-2-Е18	Згинання у разі натягування	
ІЕС 60794-1-2-Е19	Вітрова вібрація* та галопування*	
ІЕС 60794-1-2-Е6	Циклічне згинання	
ІЕС 60794-1-2-Е7	Осьове закручування	
ІЕС 60794-1-2-Е8	Знакозмінне вигинання	Зручність маніпуляцій
ІЕС 60794-1-2-Е10	Петля	
ІЕС 60794-1-2-Е11	Намотування	
ІЕС 60794-1-2-Е12	Проколювання	
ІЕС 60794-1-2-Е14	Витікання компаунду	
ІЕС 60794-1-2-Е15	Протікання та випаровування	
ІЕС 60794-1-2-Е17	Жорсткість	
* На розгляді.		

10 МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Якщо електричні провідники розміщено в ОК, може виникнути необхідність визначити певні їхні електричні характеристики. Типові випробування наведено в таблиці 3. Застосовувані випробування, критерії прийнятності результатів має бути зазначено в ТУ на конкретний кабель.

Таблиця 3 — Методи вимірювання електричних характеристик

Метод випробування	Випробування	Характеристики, визначувані методом випробування
ІЕС 60189-1	Електричний опір провідника	Характеристики ізолюваних електричних провідників
ІЕС 60885-1	Електрична міцність ізоляції Електричний опір ізоляції	

11 МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ ТА ОПТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Передавальні та оптичні характеристики оптичного волокна в кабелях слід визначати, виконуючи випробування, вибрані з наведених у таблиці 4. Застосовувані випробування, критерії прийнятності результатів має бути зазначено в ТУ на конкретний кабель.

Таблиця 4 — Передавальні та оптичні характеристики оптичних волокон

Метод випробування	Випробування	Характеристики, визначувані методом випробування
Методи випробування багатомодових і одномодових волокон		
IEC 60793-1 –C1A IEC 60793-1 –C1B IEC 60793-1 –C1C	Метод обривання Метод внесених втрат Метод зворотного розсіювання	Загасання
IEC 60793-1 -A1A IEC 60793-1 -A1B IEC 60793-1 -A2	Метод відбиття в ближньому полі Метод поперечної інтерференції Розподіл інтенсивності світла в ближньому полі	Профіль показника заломлення
IEC 60793-1 –C1C	Метод зворотного розсіювання	Точкові дефекти
IEC 60793-1 –C4 IEC 60793-1 –C1C	Визначення передаваної чи випромінюваної потужності світла Метод зворотного розсіювання	Оптична цілісність
IEC 60793-1 –C5A IEC 60793-1 –C5B	Метод фазового зсуву Вимірювання групового часу затримання спектральних складників сигналу	Хроматична дисперсія
IEC 60793-1 -C10A IEC 60793-1 –C10B	Контроль передаваної потужності Контроль зворотного розсіювання	Зміна коефіцієнта оптичного пропускання у разі механічних випробувань і випробувань під впливом довкілля
Методи випробування багатомодових волокон		
IEC 60793-1 –C2A IEC 60793-1 –C2B	Імпульсна характеристика Частотна характеристика	Ширина смуги пропускання
IEC 60793-1 –C6	Розподіл світла в дальньому полі	Числова апертура
Методи випробування одномодових волокон		
IEC 60793-1 –C3A IEC 60793-1 –C3B	Метод розширення діаметра барабана Метод фіксованого діаметра барабана	Чутливість до мікрозгинання
IEC 60793-1 –C11	Чутливість до макрозгинання	Чутливість до макрозгинання
IEC 60793-1 –C5C IEC 60793-1 –C5D	Диференціальний зсув фаз Інтерферометрія *	Хроматична дисперсія
IEC 60793-1 –C7A IEC 60793-1 –C7B	Довжина хвилі відсікання волокна Довжина хвилі відсікання кабелю (довжина хвилі відсікання з'єднувального кабелю) *	Довжина хвилі відсікання волокна Довжина хвилі відсікання кабелю
IEC 60793-1 –C9A IEC 60793-1 –C9B IEC 60793-1 –C9C	Пряме сканування світла в дальньому полі Метод змінної апертури в дальньому полі Сканування в ближньому полі	Діаметр модового поля
* На розгляді.		

12 МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПІД ВПЛИВОМ ЧИННИКІВ ДОВКІЛЛЯ

Властивість ОК відповідати вимогам у разі впливу чинників довкілля без погіршення їх механічних або оптичних характеристик слід визначати, піддаючи зразки випробуванням, вибраним з таблиці 5. Застосовувані випробування, відповідні температури та умови, кількість зразків та критерії прийнятності результатів має бути зазначено в ТУ на конкретний кабель.

Таблиця 5 — Методи вимірювання характеристик під впливом чинників довкілля

Метод випробування	Випробування	Характеристики, визначувані методом випробування
ІЕС 60331 ІЕС 60332-1; ІЕС 60332-3 ІЕС 60754-1; ІЕС 60754-2 ІЕС 61034-1; ІЕС 61034-2	Горіння	Характеристики матеріалу кабелю під час його горіння
ІЕС 60794-1-2-F1	Циклічне змінення температури	Кліматичні характеристики
ІЕС 60794-1-2-F3 *	Цілісність оболонки	Дефекти оболонки
ІЕС 60794-1-2-F5	Водопроникність	Стійкість до проникнення води
ІЕС 60794-1-2-F7	Ядерне випромінення	Опір ядерному випроміненню
ІЕС 60794-1-2-F8	Пневматичний опір	Наявність надлишкового тиску
ІЕС 60794-1-2-F9*	Старіння	Витримування під впливом умов довкілля
ІЕС 60794-1-2-E5	Стабільність зусилля знімання покриття з оптичних волокон з кабелю	Знімання покриття з волокна
* На розгляді.		

13 МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕМЕНТІВ КАБЕЛЮ

Випробування, наведені в таблиці 6, призначено, для визначення характеристик різних типів елементів кабелю, які використовують для зрощування довжин кабелю.

Таблиця 6 — Методи вимірювання характеристик елементів кабелю

Метод випробування	Випробування	Характеристики, визначувані методом випробування
ІЕС 60794-1-2-G1	Випробування елемента кабелю на згинання	Зрощування
ІЕС 60794-1-2-G2	Розміри та геометрія стрічкового елемента — візуальний метод	»
ІЕС 60794-1-2-G3	Розміри стрічкового елемента — проходження через калібрований отвір	»
ІЕС 60794-1-2-G4	Розміри стрічкового елемента — вимірювання засобом з круговою шкалою	»
ІЕС 60794-1-2-G5	Розривність стрічкового елемента (віддільність)	»
ІЕС 60794-1-2-G6	Осьове закручування стрічкового елемента	»
ІЕС 60794-1-2-G7	Петля захисної трубки	»

ДОДАТОК А
(довідковий)**НАСТАНОВА ЩОДО ОПТИЧНИХ КАБЕЛІВ
ДЛЯ КОРОТКИХ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ****А.1 Загальні положення****А.1.1 Призначення**

У цій настанові подано додаткову інформацію стосовно використання ОК у коротких лініях зв'язку в обладнанні зв'язку. Це сприяє встановленню однакових вимог для ОК щодо їх геометричних, оптичних, передавальних і механічних характеристик, а також щодо їхніх властивостей залежно від впливу чинників довкілля.

А.1.2 Категорії оптичного волокна

ОК, які використовують для коротких ліній зв'язку, повинні мати у своєму складі такі оптичні волокна:

- а) категорії А2: для відстаней від декількох сотень метрів до 2 км;
- б) категорії А3: для відстаней від декількох сотень метрів до 1 км;
- с) категорії А4: для відстаней до 100 м.

Характеристики оптичних волокон повинні відповідати характеристикам, наведеним у доданих до них технічних умовах.

А.2 Методи вимірювання геометричних параметрів

Примітка. Вимірювання геометричних параметрів оптичних волокон слід провадити відповідно до методів, зазначених в ІЕС 60793-1-2.

А.2.1 Вимірювання діаметра

Методи вимірювання діаметра наведено в таблиці 1 цього стандарту, їх застосовують для ОК коротких ліній зв'язку.

А.2.2 Вимірювання довжини

Цей стандарт визначає два методи вимірювання довжини кабелю: механічний метод вимірювання та метод вимірювання довжини за допомогою затримання переданих чи відбитих оптичних імпульсів, як визначено в ІЕС 60793-1-2.

У разі вимірювання довжини кабелю на котушці чи барабані застосовують інший метод, згідно з ІЕС 60793-1-А6. На цей час за допомогою добре відкаліброваного ехометра з високою чутливістю чи оптичного рефлектометра ОР можна, наприклад, досягти точності вимірювання в кілька сантиметрів на довжині в 100 м.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

Оптичний рефлектометр; ОР — пристрій для вимірювання передавальних характеристик оптичних волокон, в якому потужність вислідного випромінення вимірюють як функцію часу; *OTDR-optical time domain reflectometr*

А.3 Методи вимірювання механічних характеристик

У разі використання кабелю без рознімних з'єднувачів на його кінцях застосовують випробування, описані в цьому стандарті.

У разі використання кабелю з рознімними з'єднувачами на його торцях виконують перевірку характеристик тільки самого кабелю, а поєднані випробування щодо з'єднання кабелю та рознімного з'єднувача виконують відповідно до ІЕС 61300.

А.3.1 Методи вимірювання механічних характеристик кабелю

- Розтягування (ІЕС 60794-1-2-Е1)
- Стирання (ІЕС 60794-1-2-Е2)
- Роздавлювання (ІЕС 60794-1-2-Е3)
- Удар (ІЕС 60794-1-2-Е4)
- Стабільність зусилля знімання покриття з оптичних волокон кабелю (ІЕС 60794-1-2-Е5)

— Циклічне згинання	(ІЕС 60794-1-2-E6)
— Осьове закручування	(ІЕС 60794-1-2-E7)
— Знакозмінне вигинання	(ІЕС 60794-1-2-E8)
— Петля	(ІЕС 60794-1-2-E10)
— Намотування	(ІЕС 60794-1-2-E11)

A.3.2 Методи вимірювання механічних характеристик рознімного з'єднувача

— Візуальний огляд	(ІЕС 61300-3-1)
— Удар	(ІЕС 61300-2-2)
— Зусилля з'єднання та роз'єднання	(ІЕС 61300-3-11)
— Довговічність	(ІЕС 61300-2-2)
— Вібрація	(ІЕС 61300-2-1)
— Розтягування механізму з'єднання	(ІЕС 61300-2-6)
— Утримувальна здатність волокна/кабелю	(ІЕС 61300-2-4)
— Кручення/закручування	(ІЕС 61300-2-5)

A.4 Методи вимірювання передавальних та оптичних характеристик

A.4.1 Загасання

Метод обривання волокна за змінних умов введення сигналу, описаний нижче в примітці, дає точні результати на коротких волокнах.

Проте в разі вимірювання короткого відрізка волокна чи кабелю, внесок похибки вимірювання не слід ігнорувати, тому що загасання в коротких волокнах або кабелях дуже близьке до похибки вимірювання.

Метод внесених втрат можна використовувати там, де точність не важлива.

Для вимірювання волокон категорії А2, А3 і А4 можна використовувати високочутливий метод оберненого розсіювання, як описано в ІЕС 60793-1-С1С.

Примітка. За несталою розподілу оптичного сигналу:

У разі, коли довжини волокон такі, що не досягнуто сталого розподілу сигналу, доцільними є умови введення оптичного сигналу, які відрізняються від тих, що відповідають сталому розподілу. У кожному випадку, коли умови введення істотно відрізняються від сталих умов щодо довжини вимірюваного волокна, немає змоги обчислити коефіцієнт загасання, тобто розподіл потужності сигналу залежить від довжини волокна. Вимірювання коефіцієнта загасання може бути проведено і за визначених умов. У цьому разі потрібно зазначити такі умови, як:

- довжина хвилі джерела;
- спектральна ширина;
- діаграма випромінення;
- довжина волокна під час вимірювання;
- вид з'єднання між джерелом і волокном під час вимірювання;
- визначені умови введення, зокрема повний перелік умов, наведений у 13.1 ІЕС 60793-1-4, що можуть бути необхідними для інших вимірів, не пов'язаних із вимірюванням загасання.

Під час вимірювання рекомендується використовувати:

— вхідну числову апертуру, що дорівнює максимальній теоретичній числовій апертурі волокна або трохи більша ніж вона;

— діаметр введеної плями світла, що дорівнює чи трохи більший, ніж діаметр осердя волокна.

Загальне розміщення схеми установки введення світла в коротке волокно подано в А.4.2.

A.4.2 Умови введення світла

Оскільки відтворюваність числової апертури (ЧА) та загасання східчастих волокон є критичними, то необхідна точна установка введення світла у волокно. Таку установку може бути створено за допомогою комерційно доступних оптичних складників. Вона повинна бути спроможною забезпечити введення широкого діапазону розмірів плям світла та вхідних ЧА так, щоб охопити всі типи волокон.

A.4.2.1 Опис установки введення світла

Під час випробування установка формує зображення джерела світла на вхідному торці волокна. Діаметр плями світла і максимальний кут надхідного випромінення на вхідному торці волокна визначають відповідними регульовальними діафрагмами 7 і 11 (рисунок А.1).

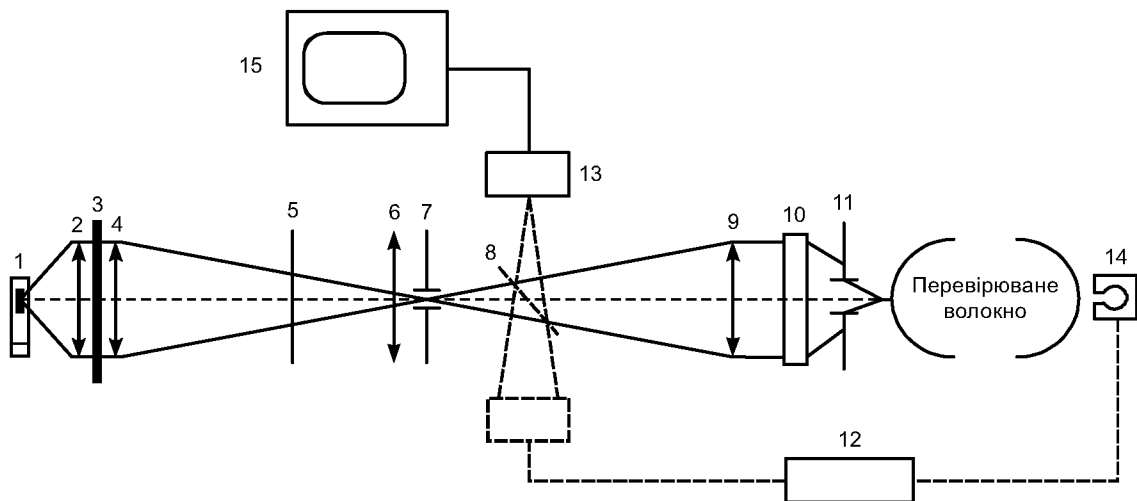
Фактичний розмір плями світла може бути визначено на екрані відеомонітора, використовуючи відбите випромінення світла від торця волокна та роздільник променя світла 8 (і, таким чином, можна вирівняти та встановити центр плями світла щодо центра осердя волокна). Залежно від відстані між діафрагмою 11 і торцем волокна, діафрагму регулюють так, щоб одержати бажаний максимальний кут введення випромінення. Як тільки цю відстань встановлено, відтворюваність легко досягається, оскільки зображення торця волокна повинно бути в центрі екрана відеомонітора.

Для волокна категорії А4, щоб провести вимірювання загасання незалежно від довжини волокна, рекомендується, щоб змішувач мод (див. рисунок А.2 і таблицю А.1) було розміщено між вимірюваним волокном і діафрагмою 11, а оптичні компоненти 4, 6 — 9, 13 і 15 має бути видалено з установки. Розмір плями світла має бути більшим чи таким, що дорівнює розміру осердя волокна, а вхідна ЧА — більшою або такою, що дорівнює максимальній теоретичній ЧА вимірюваного волокна. Вимірювання числової апертури потребує подальшого вивчення.

А.4.2.2 Умови випробування

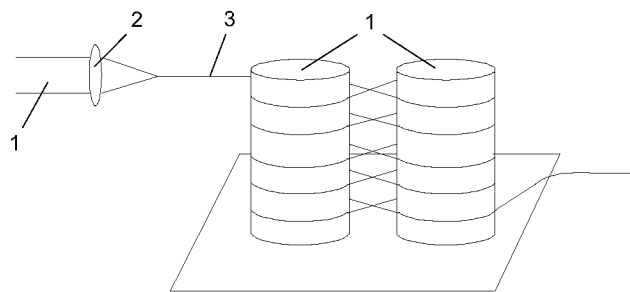
Щоб одержати відтворювану ЧА і значення загасання, необхідно визначити:

- розмір плями світла (у відсотках від діаметра серцевини волокна);
- вхідну ЧА (у відсотках від теоретичної ЧА волокна);
- розміри і кількість витків змішувача мод, де це можливо.



- | | | | |
|------|--|----|---|
| де 1 | Джерело світла (наприклад, електрична лампочка потужністю 100 Вт) | 8 | Роздільник променя світла |
| 2 | Лінзи (наприклад, $\varnothing = 50,8$ мм, $F = 76,2$ мм) | 9 | Лінзи (наприклад, $\varnothing = 50,8$ мм, $F = 55$ мм) |
| 3 | Фільтр (наприклад, $\varnothing = 50,8$ мм, $\lambda = (850 \pm 50)$ нм) | 10 | Об'єктив (наприклад, $F = 59 - 10,95$ мм) |
| 4 | Лінзи (наприклад, $\varnothing = 50,8$ мм, $F = 76,2$ мм) | 11 | Регульовальна діафрагма |
| 5 | Переривач світла | 12 | Радіометр |
| 6 | Лінза (наприклад, $\varnothing = 50,8$ мм, $F = 125$ мм) | 13 | Відеоконтрольний пристрій |
| 7 | Регульовальна діафрагма | 14 | Датчик |
| | | 15 | Відеомонітор |

Рисунок А.1 — Схема установки введення світла



НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ	
1	Колимований пучок світла
2	Лінза
3	Оптичне волокно
4	Циліндри

Рисунок А.2 — Змішувач мод

Таблиця А.1 — Параметри змішувача мод для випробування з введенням світла

Діаметр волокна, мм	Довжина волокна, м	Діаметр циліндрів, мм	Відстань між двома циліндрами, мм	Кількість витків «фігури 8»
1,00	20	42	3	10
0,75	15	35	3	20
0,50	10	32	2	40

А.4.3 Характеристика смуги пропускання

Враховуючи ширину смуги пропускання, за допомогою імпульсних методів було проведено вимірювання коротких волокон категорії А4.

Подібні вимірювання для волокон категорій А2 і А3 буде вивчено пізніше.

А.4.4 Оптична цілісність

Для обох методів вимірювання оптичної цілісності, згаданих у таблиці 4 стандарту, у разі коротких волокон рекомендується використовувати метод передавання чи випромінювання світлової потужності (ІЕС 60793-1-С4).

А.4.5 Числова апертура (ЧА)

Для вимірювання числової апертури рекомендується використовувати метод розподілу в дальньому полі (ІЕС 60793-1-С6) із змінними умовами введення світла, запропонованими для вимірювання загасання.

А.5 Методи вимірювання з врахуванням впливу умов довкілля

А.5.1 Загальні положення

У разі використання кабелю без рознімних з'єднувачів на його кінцях виконують вимірювання, описані в цьому стандарті.

У разі використання кабелю із рознімними з'єднувачами на його кінцях слід виконувати вимірювання характеристик тільки самого кабелю, а поєднані випробування кабелю та рознімного з'єднувача виконують відповідно до ІЕС 60874-1.

А.5.2 Робочий діапазон температур

Звичайні діапазони температур, які трапляються під час застосування, такі:

- від мінус 40 °С до + 65 °С (наземного застосування);
- від мінус 55 °С до + 85 °С (у цивільній авіації);

— від мінус 55 °С до + 125 °С (для військових призначень);

— від мінус 55 °С до + 260 °С (в авіації).

Застосування кабелів за таких діапазонів температур потребує й відповідного покриття волокон.

А.5.3 Методи вимірювання кабелів

- Циклічне зміння температури (ІЕС 60794-1-2-F1)
- Умови горіння (ІЕС 60331, ІЕС 60332-1 і 60332-3, ІЕС 60754-1 і 60754-2, ІЕС 61034-1 і 61034-2)
- Цілісність оболонки (ІЕС 60794-1-2-F3)
- Водонепроникність (ІЕС 60794-1-2-F5)
- Ядерне випромінювання (ІЕС 60794-1-2-F7).

А.5.4 Методи вимірювання рознімних з'єднувачів

- Кліматичний ряд (ІЕС 60874-1, 4.5.20)
- Сольовий туман (ІЕС 60874-1, 4.5.26, тільки для рознімних з'єднувачів з металевими частинами)

А.6 Посилання на документ

ІЕС 60794-2:1989, Optical fibre cables — Part 2: Product specifications

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ІЕС 60794-2:1989 Кабелі волоконно-оптичні. Частина 2. Технічні умови на виріб

ДОДАТОК В
(довідковий)

НАСТАНОВА ЩОДО ПРИДБАННЯ ОПТИЧНИХ КАБЕЛІВ

В.1 Загальні положення

Процедура придбання ОК містить у собі повний перелік заходів, за допомогою яких замовник може одержати ОК для визначеного окремого проекту. Ця процедура складається із заходів щодо планування, вибирання виробу й продавця, визначення вартості, умов і термінів розміщення замовлення, підготування та підписання належного контракту, забезпечення своєчасного постачання й приймання, розв'язання питань і вимог, пов'язаних із такими угодами, та забезпечення якості виробу.

Процедура придбання повинна також характеризувати й дії щодо обслуговування виробу, що допомагає зменшити його вартість, навіть у тому разі, коли це безпосередньо не зумовлює збільшення прибутків. Її повинні забезпечувати довгострокові та короткострокові плани, що задовольняють потреби проекту, через зміни в технології, умови постачання й ринкові умови. Процедура придбання може значно сприяти виробникам продукції та маркетологам, забезпечуючи їх інформацією щодо прогнозування та планування в умовах наявності матеріалів, термінів постачання, нових джерел постачання сировини та технологічних нововведень.

У цьому додатку розглянуто методи й процедури, що є корисними в разі аналізу процедури придбання взагалі та процесу придбання ОК зокрема. Не всі з наведених і описаних методів та процедур може бути застосовано в кожному конкретному випадку закупівлі кабелю. Кожний із покупців буде зіставляти розмір партії та вартість продукції постачальника і процедури перевірки продукції від обсягів їхніх закупівель і наявних ресурсів.

В.2 Послідовність заходів у разі придбання продукції

Нижче наведено перелік заходів щодо забезпечення типового циклу придбання ОК і опис рекомендованого для використання в цьому разі списку контрольованих параметрів і характеристик кабелю.

В.2.1 Критерії планування придбання виробу

Першим кроком у процесі планування є встановлення критеріїв придбання ОК і вивчення попередньої інформації.

В.2.1.1 Нормативні документи на ОК

Погоджені у відповідних організаціях ТУ на продукцію повинні співвідноситися з виданими місцевими, національними або міжнародними нормативними документами. Якщо таких ТУ немає, для розроблення відповідних технічних вимог на придбання кабелю, можна використовувати список контрольованих параметрів і характеристик кабелю, наведений у таблицях В.1 — В.6.

В.2.1.2 Інформаційний запит (ІЗ)

Детальну інформацію щодо визначених параметрів і особливостей виробів різноманітних постачальників можна отримати після подання потенційним постачальникам ІЗ. У такому ІЗ замовник може коротко повідомити про заплановане використання виробу та навести перелік основних вимог як рекомендації виробнику для підготування точної й правильної відповіді.

Часто процедура ІЗ є наче попереднім кроком для впорядкування технічних вимог на придбання, але це не є абсолютно необхідною процедурою, якщо замовник уже має достатньо технічної й комерційної інформації щодо постачальників продукції. У цьому випадку, як правило, процедуру ІЗ може бути спрощено. Технічні вимоги в частині ІЗ повинні містити загальне повідомлення щодо розгляданої роботи і визначати тільки ті параметри й вимоги, що є абсолютно необхідними.

В.2.1.3 Запит про вартість (ЗВ)

Ключовим аспектом у процедурі придбання після процедури ІЗ є пошук і вибір кваліфікованих постачальників. Зробити це можна, беручи до уваги відповіді на ІЗ, які буде отримано від потенційних продавців. У подальшому, зважаючи на отриману інформацію, роботу потрібно завершити діалогом із потенційними продавцями і, насамкінець, узгодженням остаточних технічних вимог на придбання продукції. Після узгодження таких вимог, оформляють ЗВ виробу, щоб вибрати найкращого з можливих постачальників ОК.

В.2.2 Критерії придбання й оцінювання вартості

Оцінювання вартості має включати розгляд не тільки ціни виробу, але також і таких чинників, як процедури постачання, термінів і умов постачання, обслуговування, вантажних витрат, фінансового стану продавця, навчання, рівень кваліфікації та рейтинг продавця.

В.2.3 Контракти та замовлення на закупівлю

Рішення щодо закупівлі, звичайно, приймають після оформлення контракту чи замовлення на закупівлю. Кожний із цих документів може відрізнятися один від одного за змістом, але вони повинні сприяти формуванню найкращих умов для придбання продукції.

В.2.4 Якість і гарантія надійності

Основну відповідальність за вироблену продукцію, що задовольняє потреби покупця, насамкінець, покладено на виробника продукції. Спроможність виробника бути відповідальним за свою продукцію залежить від існування належної системи керування якістю, яка містить у собі уміння виготовити кабелі так, щоб їхня конструкція задовольняла усі функціональні вимоги, а також, від наявності відповідної програми контролю технологічних процесів і параметрів виготовлення виробів.

В.2.5 Вимірювання на етапі приймання виробів

Виробник продукції та замовник повинні між собою узгодити прийнятний список мінімальних випробувань щодо перевірки параметрів та характеристик виробу і встановлений час виконання замовлення. Усі інспектори повинні бути досвідченими і мати належні інструменти й устаткування для того, щоб зробити правильний висновок щодо перевірюваних виробів.

В.3 Список контрольованих параметрів ОК

У наведених нижче таблицях подано список контрольованих параметрів, які можна використати під час розроблення та оформлення технічних вимог на придбання ОК. Значення параметрів з кожного рядка таблиці може бути знайдено у відповідних ТУ на виріб стосовно волокна і/чи кабелю. Ці таблиці може бути використано для процедур оформлення ІЗ, ЗВ і, можливо, у деяких інших випадках.

Необхідно підкреслити, що не всі пункти в наведених таблицях може бути заповнено. Технічні вимоги з повністю заповненими таблицями можуть дорого коштувати, але так і не мати корисної додаткової інформації для користувача. Звідси стає зрозумілим, чому процедури ІЗ та ЗВ повинні містити достатню кількість повторюваних запитів, щоб гарантувати виконання замовлення за найменшої практичної вартості. Список контрольованих параметрів містить багато пунктів і має бути по можливості вичерпним. Аналізуючи цей список, багато параметрів та іншої інформації, що не потрібні для задоволення вимог щодо характеристик кабелю за його визначеного застосування, можна буде вилучити.

Очікується, що такий список контрольованих параметрів може бути включено в технічні вимоги на придбання певного за призначенням типу кабелю.

Таблиця В.1 — Список контрольованих параметрів ОК. Загальні вимоги

<p>Тип волокна: Кількість волокон: Застосування: Внутрішнє: Зовнішнє: Категорія волокна: Довжина хвилі: Температурний діапазон: — зберігання: — прокладання: — експлуатація: Інше: (наприклад, ім'я користувача (необов'язково))</p>
<p>Конструкцію кабелю (визначають тільки після вивчення умов застосування та інших вимог) Захист волокна: — модуль для вільного укладання волокна: — модуль із заповнювачем: — профільоване осердя з пазами: — інше Кольорове маркування: Ідентифікація кабелю: — ім'я користувача: — ім'я виробника: — тип волокна: — кількість волокон: — рік виготовлення: — маркування із зазначенням довжини *: Металеві провідники: Зовнішній захист/броня: — металева чи неметалева конструкція: — водонепрониклива конструкція: Інше</p>
<p>* Перша цифра — не обов'язково нуль.</p>

Таблиця В.2 — Список контрольованих параметрів. Вимоги до геометричних параметрів

Категорія волокна (див. ІЕС 60793-1-1, розділ 3 та ІЕС 60793-2):			
Вимоги до геометричних параметрів волокна (див. ІЕС 60793-1-2):			
Параметр	Вимоги/ТУ	Метод випробування	Примітки
Діаметр осердя *			
Діаметр оболонки			
Некруглість осердя *			
Некруглість оболонки			
Похибка концентричності осердя/покриття *			
Інші параметри			
Діаметр покриття			
Діаметр захисної трубки			
Некруглість покриття			
Довжина кабелю та запас			
Діаметр електричного провідника			
Товщина ізоляції			
Товщина захисної оболонки			
Повний діаметр кабелю			
* Застосовують тільки до багатомодового волокна (концентричність діаметра модового поля (відносно оболонки) одномодового волокна наведено в таблиці В.4b).			

Таблиця В.3 — Список контрольованих параметрів. Вимоги до механічних характеристик

Параметр	Вимоги/ТУ	Метод випробування	Примітки
Стійкість до розтягування			
Стійкість до роздавлювання			
Стійкість до удару			
Стійкість до циклічних згинань			
Стійкість до осьового закручування			
Стійкість до знакозмінного вигинання			
Стійкість до згинання в разі утворення петлі			
Стійкість до перемотування			
Інші механічні вимоги			

Таблиця В.4а — Список контрольованих параметрів.
Вимоги до передавальних та оптичних характеристик багатомодових волокон у кабелі

Параметр	Робоча довжина хвилі	Вимоги / ТУ	Метод випробування	Примітки
Загасання				
Зворотне розсіювання				
Характеристика смуги пропускання/ ширина смуги пропускання				
Числова апертура				
Повна дисперсія				
Інші вимоги				

Таблиця В.4б — Список контрольованих параметрів.
Вимоги до передавальних та оптичних характеристик одномодових волокон у кабелі

Параметр	Робоча довжина хвилі	Вимоги/ТУ	Метод випробування	Примітки
Загасання				
Зворотне розсіювання				
Діаметр модового поля (ДМП)				
Похибка концентричності ДМП/оболонки				
Хроматична дисперсія				
Довжина хвилі відсікання				
Інші вимоги				

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ДМП — діаметр модового поля — числова міра для поперечного розміру області в поперечному перерізі оптичного волоконного світловоду, в якій розподілено інтенсивність моди оптичного волоконного світловоду; *MFD* — *mode field diametr*

Таблиця В.5 — Список контрольованих параметрів.
Вимоги до електричних характеристик (тільки для гібридних кабелів)

Параметр	Вимоги/ТУ	Метод випробування	Примітки
Опір провідника			
Діелектрична міцність ізоляції			
Опір ізоляції			
Інші вимоги			

Таблиця В.6 — Список контрольованих параметрів.
Вимоги до характеристик кабелю в умовах впливу довкілля

Параметр	Вимоги/ТУ	Метод випробування	Примітки
Циклічне змінення температури			
Характеристики в умовах горіння			
Цілісність оболонки			
Водопроникність			
Ядерне випромінення			
Інші вимоги			

ДОДАТОК С
(довідковий)

**НАСТАНОВА
ЩОДО ПРОКЛАДАННЯ ОПТИЧНИХ КАБЕЛІВ**

С.1 Загальні положення

Застосування ОК забезпечує високу якість зв'язку, і в той самий час характеристики кабелю можуть погіршитися в процесі його прокладання. Матеріал цього додатка як настанову наведено для того, щоб допомогти користувачеві та кабелепрокладальнику розібратися в основних питаннях прокладання ОК, відображених у стандартах ІЕС 60794, і особливо розібратися в питаннях технології прокладання кабелів так званим методом «задування».

ОК сконструйовано таким чином, щоб звичні технологічні операції їх прокладання та відповідне устаткування можна було використовувати скрізь, де це можливо. Проте ОК загалом мають межу деформації щодо натягу значно нижчу, ніж кабелі з металевими провідниками і, за деяких обставин, слід вжити необхідних запобіжних заходів та підготувати їх для того, щоб гарантувати їх якісне прокладання.

Важливо приділяти особливу увагу рекомендаціям виробника кабелю стосовно зазначених фізичних обмежень і не перевищувати наведену швидкість змінення зусилля натягу для конкретно визначеного кабелю в разі його розтягування. Пошкодження кабелю, спричинене його перенавантаженням у процесі прокладання, не може бути відразу помітним, але пізніше, під час його експлуатації, це може зумовити його відмову в роботі.

Ця настанова не заміняє додаткові відповідні стандарти і певні вимоги, які стосуються цього питання і які застосовують до деяких небезпечних зовнішніх середовищ, зокрема ліній електропередавання та залізниць.

С.2 Планування прокладання кабелю

С.2.1 Інструкція до прокладання кабелю

На успішне прокладання ОК значною мірою впливає ретельне планування та допомога користувача в підготованні інструкції до прокладання та монтажу кабелю. Інструкція до прокладання та монтажу кабелю повинна містити інформацію щодо кабельної інфраструктури, кабельної магістралі, потенційних труднощів, середовища прокладання. Крім цього в інструкції також має бути наведено технічні вимоги до кабелів, з'єднувачів і муфт та наведено перелік необхідних для прокладання матеріалів.

Інструкція до прокладання та монтажу повинна також деталізувати будь-які необхідні цивільні роботи, підготування траси прокладання кабелю (включаючи креслення кабельних колодязів, робіт щодо будівництва кабельної каналізації, робіт щодо прокладання траси, надання вільних каналів) і знімання траси разом з детальним розподілом обов'язків і договірних стосунків, особливо якщо є обмеження щодо доступу до місця розташування кабелю.

В інструкції необхідно також зазначити вимоги стосовно відновлення лінії, запчастин, допоміжного обслуговування та вимоги до регуляторних функцій, що виникають після завершення прокладання ОК.

С.2.2 Обстеження траси прокладання

Оскільки ОК є легшими за вагою і їх прокладають на довші відстані, ніж металеві кабелі, то до них застосовують ті самі основні підходи щодо вибору напрямку траси прокладання, що й до металевих кабелів.

Плануючи напрямок траси прокладання та методи обслуговування кабелю, потрібно уважно враховувати точно встановлений мінімум радіуса згинання й максимальне розтягувальне зусилля навантаження щодо конкретно визначеного для прокладання ОК так, щоб можна було уникнути пошкодження волокон, зумовленого прихованими дефектами.

Деякі найважчі ситуації виникають у разі прокладання ОК у каналах кабельної каналізації, і в цьому разі, велике значення має стан і прямолінійність каналу прокладання. Максимальна відстань протягування кабелю буде відповідно зменшуватися там, де інфраструктура містить канали в поганому стані, має надмірну кривизну каналів або канали, що уже містять кабелі або пункти доступу з різкими змінами напрямку.

Умови прокладання значних довжин кабелю в каналізації або в разі його підвішування можуть включати методи прокладання, за яких потрібен буде доступ до кабелю в проміжних пунктах для прикладання додаткового зусилля за допомогою лебідки або розміщення бухти кабелю запасу у формі «вісімки», і ці місця потрібно ретельно підбирати. Необхідно взяти до уваги й чинники часу щодо прокладання кабелю та перешкоди на трасі його прокладання. Також необхідно враховувати й те, що може знадобитися й монтажне устаткування, щоб вести роботу триваліший період часу та в будь-який час доби, за відповідних рівнів завад та збоїв у русі автотранспорту.

Оскільки стан підземних каналів, призначених для прокладання ОК, має особливе значення, необхідно підтримувати їх у певному стані, щоб мати гарантію того, що канали перебувають у нормального стані та є чисті й вільні настільки, наскільки це можливо. Необхідно також враховувати й стан системи підканалів кабельної каналізації, одного або цілої множини, щоб забезпечити нормальні умови прокладання, розділення кабелів, додаткового механічного захисту та поліпшення процесу експлуатації. Протягування тросу та кабелю в підканалах, особливо на довгі відстані, може бути важчою справою, ніж у каналах звичайного розміру. У цьому випадку необхідно звертати увагу на співвідношення діаметрів кабелю та підканала каналізації.

Для ділянок, де прокладання кабелю провадять методом підвішування, дуже важливо враховувати питання мінімізації зміщення кабелю в процесі його експлуатації. Переміщення кабелю, зумовлене температурними змінами, вагою кабелю, навантаженням льоду, вітром тощо, може спричинити його пошкодження. Правильно вибрана траса для підвішування ОК зі всіма міцно встановленими, наскільки це можливо, опорами, є важливим елементом зменшення можливого переміщення кабелю і, досліджуючи це, потрібно ретельно продумати проектування, сумісність оптичних волокон, монтаж і кріплення кабелю на верхній частині опор.

Хоча ОК і мають незначну вагу, додавання їх до вже наявних підвішених елементів може вивести оптичне волокно за рекомендовані для нього межі деформації, тому доданий провіє кабелю та його розтяг має бути точно розраховано перед його прокладанням.

Там, де планують прокладання великих довжин ОК методом прямого прокладання в ґрунт або безтраншейним методом, слід такі ділянки для прокладання попередньо підготувати, використовуючи спеціалізоване устаткування для поздовжнього різання чи риття ґрунту.

С.2.3 Визначення сили натягування кабелю під час його прокладання

Під час прокладання значних довжин ОК необхідно бути впевненим, що визначену роботу щодо прокладання кабелю буде успішно проведено, особливо, в каналах кабельної каналізації. У деяких випадках позитивні показники такої роботи може бути забезпечено через обчислення мак-

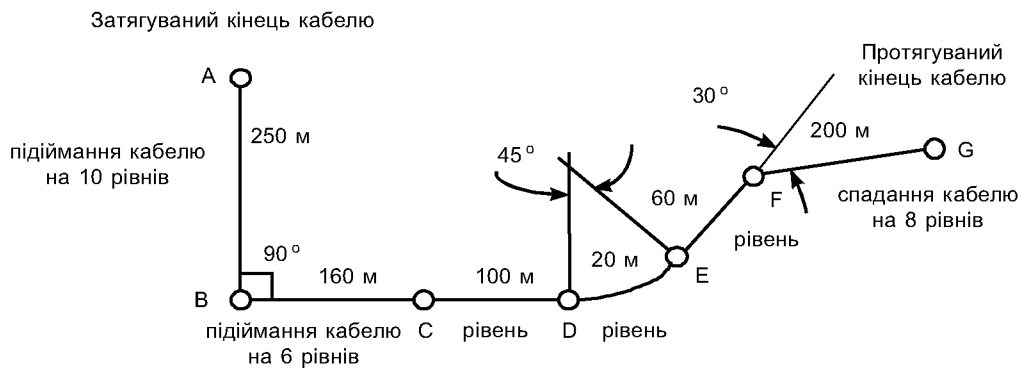
симальної сили натягування кабелю. Таку максимальну силу натягування можна порівняти із заданою механічною характеристикою кабелю і там, де ці значення близькі, необхідно розглянути методи забезпечення більшого запасу міцності, зокрема: заміну конструкції кабелю, скорочення будівельної довжини ділянки прокладання, заміну ділянки траси чи напрямку прокладання кабелю, установлення проміжних лебідок або застосування спеціальних запобіжних заходів на визначених локальних ділянках прокладання. Обчислення сили натягування кабелю виконують згідно зі схемою, наведеною на рисунку С.1.

С.2.3.1 Максимальна сила натягування кабелю під час прокладання

Обчислюючи силу натягування кабелю під час прокладання, потрібно розглянути такі основні параметри прокладання й відповідні формули розрахунку:

- маса на одиницю довжини кабелю;
- коефіцієнт тертя між зовнішньою оболонкою кабелю та поверхнями, з якими вона ввійде в контакт;
- перепади по висоті та криволінійність.

Як приклад можна використати наведені на рисунку С.1 напрямки траси прокладання та загальні формули розрахунку сили натягування кабелю:



- T — сила натягування кабелю в кінці ділянки (Н)
- T_i — сила натягування кабелю на початку ділянки (Н)
- μ — коефіцієнт тертя (між кабелем і каналом або кабелепроводом)
- l — довжина ділянки (м)
- w — визначена питома маса кабелю (кг/м)
- θ — перепад по висоті (радіани, «+» — вгору, «мінус» — вниз) або криволінійність (радіани, горизонтальна площина)
- g — пришвидження сили тяжіння (9,81 м/с²)
- Рівняння 1 (для прямих ділянок) $T = T_i + \mu l w g$
- Рівняння 2 (для ділянок з перепадом по висоті) $T = T_i + l w g (\mu \cos \theta + \sin \theta)$
- Рівняння 3 (для ділянок, де є криволінійність та згинання) $T = T_i e^{\mu \theta}$

Рисунок С.1 — Розрахунок сили натягування кабелю

С.2.3.2 Повна сила натягування

Повну силу натягування може бути розраховано як суму сил натягування на кожній ділянці з одного кінця напрямку траси прокладання до іншого, як позначено в таблиці С.1 (для цього прикладу: $\mu = 0,55$ та $w = 0,92$ кг/м).

Таблиця С.1 — Обчислення повної сили натягування

Ділянка	Довжина	Сила натягування T_i на початку ділянки	Перепад по висоті	Криволінійність	Рівняння	Сила натягування T в кінці ділянки (сумарна)
	м	Н	рад.	рад.	—	Н
A	—	0	—	—	—	0
A — B	250	0	0,100	—	2	1 460
B	—	1 460	—	1,571	3	3 464
B — C	160	3 464	0,165	—	2	4 484
C	—	4 484	—	—	—	4 484
C — D	100	4 484	—	—	1	4 980
D	—	4 980	—	—	—	4 980
D — E	20	4 980	—	0,785	3	7 669
E	—	7 669	—	—	—	7 669
E — F	60	7 669	—	—	1	7 967
F	—	7 967	—	0,524	3	10 628
F — G	200	10 628	- 0,124	—	2	11 390

Примітка Там, де встановлено більше ніж один кабель у канал, сила натягування в кабелі може значно збільшитися, і це необхідно взяти до уваги, застосовуючи коефіцієнт перед обчисленням криволінійності. Коефіцієнти змінюються зі зміною кількості кабелів, матеріалів оболонки кабелів, розмірів кабелю/канала, гнучкості кабелю і т.ін. Порядок значень коефіцієнтів може бути від 1,5 до 2 для двох кабелів, від 2 до 4 для трьох кабелів і від 4 до 9 для чотирьох кабелів.

С.2.4 Вплив чинників довкілля

Умови довкілля можуть впливати на процеси прокладання кабелів і, практично, прокладання ОК, особливо на довгих ділянках, провадять тільки тоді, коли температура довкілля перебуває в межах температури, встановленої для кабелю самим виробником кабелю.

Механічні властивості ОК залежать як від температури, так і від матеріалів, використаних в їхній конструкції. Зазвичай, кабелі, що містять у конструкції матеріал полівінілхлорид (ПВХ), не слід прокладати за температури нижчої ніж 0 °С, тоді як кабелі, що містять поліетилен, можна прокладати і за температури до мінус 15 °С. Для більшості кабелів верхня гранична температура прокладання становить 50 °С. Якщо не вжито спеціальних заходів, то кабелі перед прокладанням не слід зберігати за зовнішніх температур, що виходять за межі встановленого температурного діапазону процедури прокладання, понад 12 год.

С.2.5 Навчання та інформаційне забезпечення

Методи і дії, які використовують у роботі з ОК під час їх прокладання, можуть впливати на їх довговічність та на їхні передавальні характеристики. Будь-яке фізичне пошкодження кабелю, непомітне і не виявлене відразу, може спричинити втрати під час передавання сигналу в процесі експлуатації кабелю.

Технічний персонал, що бере участь у прокладанні кабелю, має бути кваліфіковано навчений правильним методам прокладання кабелю, має бути підготовленим до можливих наслідків, що можуть виникнути в результаті використання помилкових методів прокладання, та володіти достатньою інформацією та знаннями щодо прокладання та монтування кабелів без пошкодження волокон.

Зокрема бригади фахівців повинні точно знати критерії мінімальних радіусів згинання кабелів і розуміти, наскільки легко перевищити їх під час прокладання кабелю вручну.

С.3 Методи прокладання кабелю

С.3.1 Загальні поняття

ОК зв'язку можна прокласти за допомогою таких самих або подібних загальних методів прокладання, які використовують і під час прокладання металевих кабелів, але з приділенням більшої уваги в таких випадках, як прокладання великих довжин кабелю, дотримання значень згинання та деформації кабелю. За деяких обставин під час прокладання кабелю може з'явитися необхідність використати особливі методи та устаткування. Оптичне волокно під час прокладання кабелю має бути захищено від надмірних деформацій, прикладених уздовж кабелю або під час його згинання. Дотримання таких умов може потребувати необхідності використати різноманітні методи прокладання кабелю. Головна мета використання всіх таких методів і засобів прокладання ОК — це прокладання та зрощування довжин кабелю у стані, за можливості, вільному від деформацій волокна.

Необхідно також враховувати й інші загальні запобіжні заходи:

- подавання кабелю на місце виконання робіт має бути контрольованим, щоб гарантувати, що не станеться ніяких механічних пошкоджень кабелю в процесі його розвантаження з транспортних засобів;

- слід дотримуватися відповідних умов збереження кабелю, беручи до уваги всі механічні навантаження й умови довкілля;

- слід перевірити всю документацію, щоб гарантувати, що кабель виготовлено відповідно до технічних умов;

- відповідні захисні ковпачки має бути закріплено на кінцях ОК. Кінці ковпачків має бути старанно оброблено, щоб уникнути пошкодження кабелю під час прокладання. Пошкоджені ковпачки має бути відновлено чи замінено.

С.3.2 Безпека робіт в умовах обмеженого простору

У процесі прокладання ОК може виникнути ситуація, коли необхідно вести роботи в умовах обмеженого простору, таких, наприклад, як колодязі кабельної каналізації, підземні проходи, тунелі, кабелепроводи та в місцях із поганою циркуляцією повітря чи там, де утруднено введення та виведення кабелю.

У разі роботи з кабелем в обмеженому просторі необхідно передбачити виникнення всіх можливих небезпечних ситуацій, що можуть вплинути на здоров'я та безпеку персоналу, як-то: наявність вибухових речовин, задушливих або отруйних газів, свинцю, азбесту і т.ін., і гарантувати, щоб до початку робіт було забезпечено додаткових заходів техніки безпеки згідно з відповідними інструкціями.

С.3.3 Підготовчі заходи перед прокладанням

Перед тим, як почати прокладання, кабелепрокладальник повинен виконати такі дії:

- установити, що напрямки трас прокладання, визначені в інструкції до прокладання, доступні і розташовані відповідно до схеми прокладання кабелю. Прокладальник кабелю повинен повідомити замовника щодо всіх запропонованих горизонтальних та вертикальних відхилів;

- установити, що умови довкілля в межах напрямків траси і методи прокладання, які необхідно використовувати, відповідають проекту прокладання ОК;

- визначити критерії, необхідні для того, щоб запобігти різким натягам оптичного волокна в ОК у процесі прокладання. У місцях, де пропонують варіант прокладання з довгими вертикальними ділянками, ОК можуть відхилятися від вертикалі на відстані, які рекомендує виробник кабелю (додаванням короткої горизонтальної ділянки, петлі або розміщенням на підтримувальних основах);

- визначити й оцінити запропоновані місця, в яких протягом усього періоду роботи має бути розташовано барабани (чи котушки) та встановити доступність і придатність цих місць;

- проаналізувати запропоновані місця для можливого викладання петель кабелю та встановити їх доступність і придатність відповідно до схеми робіт;

- забезпечити розташування всієї необхідної для прокладання арматури;

- проаналізувати запропоновані місця розміщення муфт та встановити їх доступність і придатність відповідно до схеми робіт.

Муфти має бути розміщено так, щоб наступний ремонт, розширення чи подовження змонтованого кабелю можна було б провадити з мінімальними порушеннями та в безпечних умовах.

С.3.4 Прокладання ОК у каналах кабельної каналізації

С.3.4.1 Застосування

Типовий метод прокладання кабелю в каналах кабельної каналізації показано на рисунку С.2.

С.3.4.2 Методи захисту кабелю від перевантажень

Оцінивши придатність напрямку прокладання, проходження траси і т.ін., та незважаючи на всі вжиті запобіжні заходи щодо захисту кабелю та волокна в ньому від надмірного навантаження під час енергійних дій щодо прокладання кабелю, все ще залишається можливість застосування до кабелю великих навантажень і, тим самим, може з'явитися необхідність забезпечити кабель механізмом запобігання перевантаженню кабелю. Є два класи механізмів, які можуть запобігти такому перевантаженню: пристрої, розташовані на лебідках на початку або в середині ділянки прокладання кабелю, і пристрої, розміщені в місцях кріплення кабелю/тросу. Пристрої захисту, які розміщують на лебідці, складаються (залежно від типу лебідки) із механічних затискних пристроїв, стопорних двигунів, гідравлічних перепускних клапанів, які може бути встановлено для визначення навантаження та динамометрів, як систем контролю сили натягу кабелю, щоб забезпечити зворотній зв'язок для керування лебідкою. Пристрої, які розміщують у місцях кріплення кабелю з тросом, містять також механічні запобіжники (на розтягування або розривання) і давачі, щоб знімати інформацію для керування лебідкою. Усі ці системи застосовують, щоб обмежити чи припинити роботу двигуна лебідки, коли значення навантажень, прикладених до кабелю, наближаються до величин, які спричиняють руйнування кабелю.

С.3.4.3 Системи контролю натягування та згинання кабелю

Щоб не піддавати кабель та оптичні волокна неприпустимим зусиллям на згинання, необхідно додержуватися рекомендації виробника кабелю щодо радіусів згинання кабелю під час натягування в процесі його прокладання. На вигинах кабельної магістралі та на вводах у канали кабельної каналізації має бути виконано вимоги інструкції щодо устаткування так, щоб було дотримано мінімального радіуса згинання, який рекомендують для конкретно визначеного типу кабелю.

Натягування ОК під час прокладання, його згинання потрібно виконувати досить обережно. Вимоги інструкції до систем і устаткування потрібно перевірити на їхню придатність для цього призначення, а заявлені виробником кабелю критерії згинання потрібно належним чином узяти до уваги. Взагалі мінімальний радіус згинання кабелю вважають таким, що дорівнює 20-и діаметрам його зовнішньої оболонки, але передбачається, що це значення необхідно подвоювати, коли кабель прокладають під натягом. Більшість обладнання можна використовувати для прокладання як оптичних, так і металевих кабелів зв'язку, але прокладання ОК значних довжин може потребувати того, щоб багато елементів, задіяних під час прокладання, були легкими і мали малий коефіцієнт тертя.

С.3.4.4 Троси й устаткування для протягування кабелю

Щоб забезпечити захист кабелю від перевантажень, необхідно мати на увазі, що більшість звичайного обладнання та систем, які використовують для прокладання кабелю методом протягування і, які мають регулювання швидкості протягування, підходять і для прокладання ОК у каналах кабельної каналізації. Такий комплекс обладнання містить лебідки для протягування кінця кабелю із різними типами схем початкового переміщення кабелю, проміжні лебідки при схемах протягування кабелю на довші відстані і там, де це необхідно, — устаткування, що контролює силу натягування кабелю. У разі використання проміжних лебідок (підтягувальних стаціонарних або на гусеничному ході) і/чи устаткування, що контролює силу натягування кабелю, слід застосовувати метод синхронізації, запобігаючи тим самим надмірному розтягуванню волокна. Необхідно також враховувати те, що деякі проміжні лебідки стаціонарного типу можуть спричинити осьове закручування кабелю. Для прокладання ОК необхідні також легкі троси чи канати, які мають значний модуль пружності. Розміщення довгих канатів чи тросів може бути утруднено, але в цьому разі можна виконувати звичайні роботи з використанням послідовних методів прокладання кабелю. У каналах кабельної каналізації, де вже прокладено ОК, канати чи троси слід розміщувати та протягати обережно, уникаючи утворення вузлів.

Кабельні лебідки повинні бути спроможними забезпечити змінення швидкості руху троса, особливо відносно малої початкової швидкості під час старту. Їх, також, має бути обладнано відкаліброваним динамометром для контролю сили натягування каната лебідки (давачем натягування або

механічним запобіжником, які можуть бути встановлені на початковому кінці кабелю). Максимальне зусилля протягування кабелю має бути обмежено рівнем безпечного робочого навантаження на кабель, що вимірюється динамометром лебідки чи давачем натягування на початковому кінці кабелю. Лебідку має бути оснащено розчіплювальним механізмом, що автоматично зупиняє лебідку, якщо навантаження на кабель перевищує задану межу сили натягування. Якщо використовують механічний запобіжник, то його має бути сконструйовано таким чином, щоб він міг спрацювати за максимально безпечного робочого навантаження на кабель.

У разі використання стаціонарної лебідки як проміжної необхідно, щоб діаметр барабана лебідки був більшим чи дорівнював мінімальному діаметру згинання кабелю.

Для зменшення ефекту осьового закручування кабелю під час протягування, кінець протягнутого кабелю може бути з'єднано з кінцем троса лебідки через компенсатор кручення, наприклад, через обертальну обойму або через вертлюг. Під час протягування кабелю лебідкою його натягування має починатися з малої швидкості руху троса. Швидкість витягування кабелю може бути поступово збільшено до граничної швидкості 75 м/хв, за якої немає ніякої небезпеки, що максимально допустиме розтягувальне навантаження на кабель буде перевищено.

Заводські «вушка для протягування» кабелю повинні забезпечувати його протягування без пошкодження в межах його розрахункового розтягувального навантаження. Якщо на кабелі таких вушок немає, то до кінця протягнутого кабелю має бути прикріплено кабельний затискач «чулкового» типу, вушко якого потрібно з'єднати з тросом лебідки за допомогою обмежувача обертання, мінімально безпечно робоче навантаження якого має бути більшим за максимально припустиму силу натягування кабелю. Якщо кабель усередині захищено силовими елементами, кабельний затискач може бути прикріплено прямо на зовнішню оболонку кабелю. Силкові елементи, не достатньо закріплені на зовнішній оболонці кабелю, має бути з'єднано для надання високого опору розривному навантаженню кабелю, коли таке навантаження очікується.

Вушка для протягування та кабельні затискачі не повинні намотуватися на лебідки чи шків, поки кабель перебуває під розтягувальним навантаженням.

С.3.4.5 *Тертя кабелю та його змащування*

Під час прокладання ОК методом протягування особливу увагу слід приділити тертю та змащуванню каналів спеціальним мастилом. Сили тертя, які потрібно подолати, стосуються кількох чинників, насамперед, матеріалів та якості оброблення поверхні зовнішньої оболонки кабелю, каналу кабельної каналізації, кабельного троса чи каната та тягових елементів. Усе це може внести свій значний внесок на встановлення заданої сили натягування під час протягування кабелю. У той самий час мастило може позитивно вплинути на зменшення необхідної сили натягування під час протягування кабелю і через це слід приділити пильну увагу поверхням трос/каналізація, кабель/каналізація, а також, заходам, вжитим для забезпечення того, щоб наявні точки кріплення кабель/трос мали гладкий профіль. Будь-які мастила, використовувані під час протягування, повинні бути сумісними з кабелем, тросом і матеріалом каналу кабельної каналізації протягом тривалого терміну і, на фаховий погляд, повинні бути безпечними для здоров'я персоналу.

С.3.4.6 *Методи розміщення кабелю для збільшення довжини його прокладання*

У місцях, де неможливо через обмеження щодо навантаження на кабель прокласти ОК великої довжини, використовуючи просте протягування одного кінця кабелю, необхідно використовувати метод розподілу навантаження по довжині кабелю. Це може бути зроблено статичними чи динамічними методами прокладання кабелю залежно від обставин.

Найпоширеніший статичний метод відомий як система розміщення кабелю у формі «вісімки». Ця процедура потребує, щоб барабан із кабелем було розміщено в проміжному пункті і потім, використовуючи методи звичайного протягування кінця кабелю, виконують протягування кабелю в одному напрямку. Після цього кабель, що залишається, змотують з барабана і розміщують на землі в бухті у формі «вісімки». Потім лебідку переміщують на інший кінець ділянки і другий кінець залишеного кабелю протягують у каналі, використовуючи той самий метод протягування кінця кабелю. Цей метод потребує простору для відповідного розміщення кабелю у формі «вісімки».

Розподіл динамічного навантаження є складнішим і потребує більшої кількості обладнання та устаткування. Проте такий метод має переваги в тому, що він дає змогу вести прокладання кабелю в одному напрямку, прямо з барабана. У разі такого прокладання кабелю у проміжних пунктах

використовують спеціальні кабельні лебідки чи пристрої підтягування й гранично припустиме навантаження на кабелі визначають, залежно від відстані між цими проміжними пунктами. Необхідно пам'ятати, що в разі застосування проміжних лебідок усі зусилля навантаження передаються на оболонку кабелю і, отже, використовуючи такий метод прокладання, необхідно брати до уваги особливості конструкції кабелю. Проміжні чи розподілені протягувальні системи лебідок потребують точної координації, синхронізації та зв'язку між проміжними пунктами. Лебідки проміжної ланки стаціонарного типу можуть вводити додаткове осьове закручування кабелю.

Ручний метод прокладання кабелю також можна використовувати під час протягування ОК великих довжин, але необхідно дотримуватися достатніх заходів безпеки для того, щоб забезпечити критерії згинання кабелю та інших механічних характеристик у проміжних пунктах ділянки прокладання.

С.3.4.7 Запас довжини кабелю на зрощування

Під час прокладання та монтування довжин ОК у каналах кабельної каналізації важливо розмістити достатній запас довжини кабелю в місцях доступу для перевірки та монтування кабелю. Цей запас на кожному кінці кабелю звичайно більший, ніж дозволено для металевих кабелів, і він не повинен включати ту частину кабелю, яку використовують для прикріплення троса та непридатну для монтування. Запас кабелю може бути сформовано зварюванням оптичних волокон кабелю під час монтування муфт, або його формують під час зрощування довжин кабелю, особливо, якщо таке зрощування кабелів провадять у прилеглому транспортному засобі.

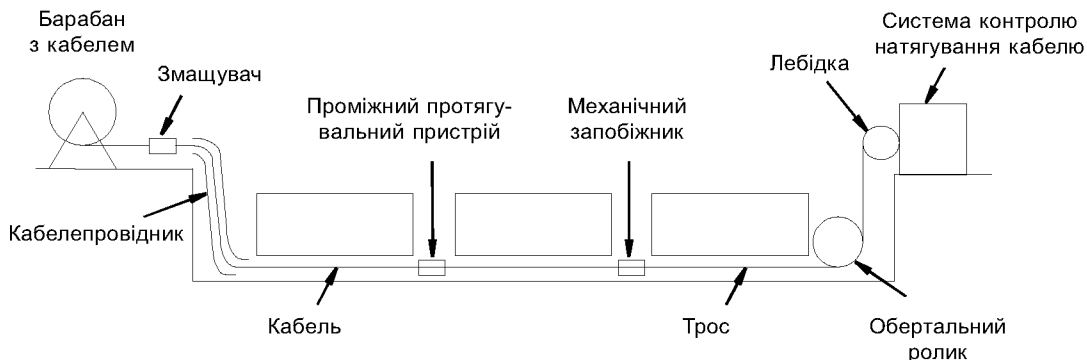


Рисунок С.2 — Прокладання ОК у каналі кабельної каналізації

С.3.5 Підвішування ОК

С.3.5.1 Застосування

Грозозахисні троси, які містять усередині оптичні волокна (зазвичай відомі як OPGW) не розглянуто у цій настанові.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

OPGW (*optical power ground wire*) — грозозахисний трос із вбудованими оптичними волокнами

Типовий приклад застосування підвісних ОК показано на рисунку С.3.

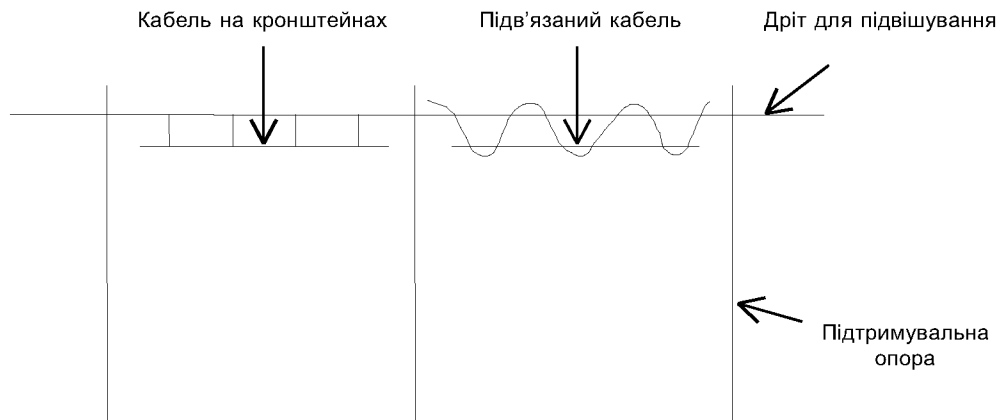


Рисунок С.3 — Підвішування кабелю

С.3.5.2 Методи прокладання

Зазвичай для підвішування ОК використовують ті самі методи та засоби, які використовують у разі прокладання металевих підвісних кабелів. Вони містять звичайні засоби кріплення кабелю до несного троса та кріплення підвісних кілець чи заздалегідь установлених натяжних тросів, самонесні системи, кріплення до наявного підвісного кабелю, використання самого ОК як засобу для кріплення деяких конструкцій кабелів та устаткування. Механічні напруження, а отже й зусилля, що виникають під час розташування підвісного ОК, виявляються зазвичай меншими, ніж у разі прокладання кабелю в ґрунті. У випадку змішаної підземної/повітряної траси прокладання кабелю, який прокладають у землю, можна застосовувати для підвішування на повітряних ділянках прокладання кабелю.

У разі застосування пристроїв витягування кінця кабелю чи проміжних пристроїв змотування кабелю, слід вжити заходів щодо використання обладнання з достатньою адекватною потужністю для натягування найдовших прольотів підвісного кабелю.

С.3.5.3 Методи захисту кабелю

Зазвичай у випадках, коли в разі підвішування кабелю застосовують методи протягування одного кінця кабелю чи розподіленого протягування, для захисту кабелю від надмірного навантаження можна використовувати різні методи, аналогічні тим, які застосовують під час протягування кабелів у каналах кабельної каналізації (див. С.3.4). Крім того під час підвішування ОК, і це добре підтвердилося практикою, забезпечують контроль сили натягування кабелю.

У разі застосування методу прикріплення кабелю до підвісного дроту чи наявного металевого кабелю, підвісний ОК має бути сконструйовано таким чином, щоб витримувати таке прикріплення. Натяг дроту, який використовують для підвішування кабелю, також слід старанно контролювати. У процесі розмотування кабелю під час його підвішування необхідно дотримуватися запобіжних заходів.

С.3.5.4 Підіймальні та спрямувальні системи

Для прокладання підвісних кабелів, з огляду на необхідність захисту кабелю від перевантажень і надмірних згинань, може бути використано різноманітні підіймальні пристрої, зокрема, лебідки для протягування кінця кабелю, проміжні лебідки, пристрої регулювання подавання кабелю і т.ін. У разі прокладання значних довжин кабелю, коли використовують системи протягування кінця кабелю чи розподіленого протягування вкрай важливо, щоб у тих місцях, де відбуваються різкі зміни напрямку, було встановлено відповідний спрямувальний пристрій. Крім цього необхідно, щоб протягування кабелю виконували з рівномірною швидкістю.

С.3.5.5 Методи збільшення довжин прокладання

Здебільшого, коли є порівняно вільний доступ до траси прокладання кабелю, використовують різні загальні методи підвішування ОК. У таких випадках основним обмеженням для прокладання великих довжин підвісного ОК є тільки довжина кабелю, намотаного на барабан. Проте в разі

перетину траси з дорогами чи іншими об'єктами і за неможливості використовувати додаткові зростки кабелю, для таких ділянок варто розробити власну схему протягування кабелю. Крім того у разі застосування методів із використанням лебідок сумарні впливи тертя обмежують довжину прокладання кабелю і тому, як і в разі протягування кабелю в каналах кабельної каналізації, може бути використано проміжні лебідки.

С.3.5.6 Запас довжини кабелю на зрощування

Дуже важливо, щоб під час прокладання підвісних довжин ОК було передбачено запас кабелю на стовпах для проведення вимірювання і зрощування довжин кабелів. Такий запас на кожному кінці кабелю має бути достатнім, щоб можна було неодноразово з'єднувати волокна та використовувати з'єднувальні муфти в тих місцях, де це передбачено технологічним процесом і, крім цього, може бути потрібен запас кабелю для проведення необхідних робіт на землі.

С.3.5.7 Зауваження щодо виробничого процесу

Прокладати кабель слід, вживаючи деяких заходів безпеки, щоб мінімізувати деформацію волокна і, зокрема, у разі прокладання підвісних кабелів необхідно вживати заходів, які гарантують, що за період експлуатації кабелю рівні деформацій залишаться в межах, рекомендованих виробником кабелю. Усі види переміщень, спричинені як вагою кабелю, так і температурними змінами, навантаженням льоду через налипання чи вітром, призводять до деформації волокон. Усі ці чинники потрібно взяти до уваги та мінімізувати, де це можливо. Зокрема під час підвішування ОК на стовпах для компенсації переміщень значних довжин кабелю необхідно застосовувати відповідну арматуру кріплення, що відрізняється від тієї, яку застосовують для підвішування металевих кабелів.

С.3.6 Прокладання кабелів безпосередньо в ґрунт

С.3.6.1 Методи прокладання

Взагалі для прокладання ОК безпосередньо в ґрунт, застосовуючи в цьому разі спеціально розроблену конструкцію кабелю, можна використовувати звичайні методи прокладання кабелю в землю, включаючи безтраншейний метод (за допомогою кабелепрокладача, вібратора чи лебідки), траншейне прокладання та протягування кабелю за допомогою пристрою типу «кріт». Глибина прокладання такого кабелю така сама, як і для металевих кабелів, але, враховуючи пропускну ємність кабелю та необхідність його збереження та захисту, може з'явитися потреба застосувати більшу глибину прокладання. У разі використання траншейного методу прокладання кабелю необхідно брати до уваги як матеріали-наповнювачі траншеї, так і практичний досвід прокладання кабелю, щоб не перевищити межі сили натягування волокон.

С.3.6.2 Траншейний метод прокладання

У разі траншейного методу прокладання кабелів необхідно дотримуватися таких запобіжних заходів:

— дно траншеї повинно мати тверду основу у вигляді ущільненого ґрунту та бути вільним від каменів. За наявності каменів поверх них слід насипати прошарок піску чи старанно просіяний гранульований ґрунт завтовшки приблизно в 15 см;

— глибини прокладання кабелю (до дна траншеї) наведено в таблиці С.2 і в них враховано ризик, пов'язаний з експлуатацією та вартістю заміни кабелю;

— безпосереднє прокладання кабелів під шосе у повздовжньому напрямку дозволено тільки як виняток. У разі перетинання шосе чи повздовжнього прокладання під шосе кабелі має бути захищено кабелепроводом. Якщо прокладання кабелів виконують майже паралельно до шосе, то кабелепровід між траншеями має перетинати шосе під кутом приблизно в 45° , щоб зменшити сили розриву, які діють на кабель;

— коли кабельна траншея вільна від перешкод, то там, де це можливо в місцевих умовах, кабелі можна змотувати з кабельного транспортера, що рухається вздовж траншеї й прокладати прямо в траншею. Швидкість змотування кабелю з барабана має відповідати швидкості переміщення транспортного засобу, а запобігання змотуванню занадто великої кількості кабелю може гарантувати відповідний пристрій гальмування. Під час змотування кабелю має бути натягнуто таким чином, щоб він укладався на дно траншеї прямолінійно;

— якщо через місцеві умови кабель покладено на землю до риття траншеї, його слід розміщувати в бухтах із досить великими діаметрами укладання, щоб гарантувати, що не виникнуть ніякі надмірні згинання, крутіння, різкі перегини, стискання кабелю або стирання його оболонки;

— якщо кабель укладають у кабельну траншею, використовуючи кабельну лебідку, то для кабелю необхідно мати в достатній кількості обертові ролики й обертові кутові ролики, щоб гарантувати, що кабель не зачіпає дно або стін траншеї та не буде піддаватися неприпустимому зусиллю згинання в процесі прокладання. Розтягувальне зусилля потрібно обмежити безпечним робочим навантаженням на кабель;

— у місцях, де може відбуватися осідання ґрунту, необхідно вжити спеціальних заходів. У місцях введення кабелів у будівлі чи кабелепроводи є небезпека, що кабелі може бути сильно вигнуто або пошкоджено їхні оболонки внаслідок осідання навколишнього ґрунту. Таким пошкодженням можна запобігти відповідними заходами, а саме: створенням кабельних петель, м'яких прокладок, з'єднувальних боксів чи ущільненого закладання;

— наповнювач, вільний від каменів чи шлаків (земля або пісок), можна насипати на кабель, що лежить на дні траншеї до висоти, принаймні, на 15 см вище рівня лежачого кабелю і трохи утрамбувати та вирівняти;

— у місцях складного прокладання або в місцях із підвищеною небезпекою, покриті піском кабелі може бути захищено від пошкодження захисними кабельними покриттями чи захисними панелями;

— для ущільнення ґрунту в разі засипання траншеї з кабелем, може бути використано ущільнювальні машини, але тільки тоді, коли товщина прошарку, що покриває кабель, досягає, принаймні, 30 см. Засипання траншей у межах шосейних зон слід узгоджувати з вимогами місцевих правил;

— маркувальну стрічку з корозієстійкого матеріалу, наприклад, у м'якій ПВХ оболонці, має бути розміщено вище кабелю на відстані від 30 до 40 см.

Таблиця С.2 — Мінімальні глибини прокладання кабелю

Застосування	Глибина прокладання, м
Велика швидкість передавання даних / велика концентрація (міжміська лінія зв'язку)	0,8
Середня швидкість передавання даних / середня концентрація (розподілення)	0,6
Мала швидкість передавання даних / мала концентрація (обслуговування / зменшується)	0,5
<p>Примітка У деяких випадках глибина прокладання кабелю може бути меншою, якщо особливі перешкоди чи ґрунт спричиняють значні труднощі під час прокладання, чи там, де є виправдані заперечення такому прокладанню. У місцях, де глибини прокладання кабелю менші, ніж зазначені вище, кабелі потрібно забезпечити спеціальними захисними засобами (наприклад, захистити кабелепроводом).</p>	

С.3.6.3 Безтраншейний метод прокладання кабелів

У разі використання безтраншейного методу прокладання кабелю, щоб запобігти надмірній деформації волокна, необхідно враховувати певні критерії згинання кабелю та забезпечити малий коефіцієнт тертя в конструкції спрямувального механізму між кабельним барабаном і механізмом укладання кабелю. Звичайно системи захисту кабелю від перевантажень не завжди потрібні, але там, де використовують великі кабелепрокладачі і механізми регулювання швидкості обертання барабана кабелю та спрямувальні ролики, може бути вмонтовано пристрій контролю сили натягування кабелю. Механічний захист кабелю може бути необхідним у разі перетину доріг, ліній зв'язку, які вже експлуатують чи в ситуаціях високої вразливості кабелю.

Взагалі трасу чи траси прокладання кабелю потрібно вибирати таким чином, щоб гарантувати, що траса вільна від перешкод, і може бути досягнуто заданої глибини прокладання кабелю. Мінімальні глибини прокладання кабелю за такого методу прокладання зазначено в таблиці С.2.

Маркувальну стрічку з корозієстійкого матеріалу, наприклад, у м'якій ПВХ оболонці, має бути розміщено одночасно з прокладанням кабелю, вище нього, на відстані від 30 до 40 см.

С.3.6.4 Методи збільшення довжин прокладання

У разі безпосереднього прокладання ОК у ґрунт виконують відповідні приготування, тому що їх прокладання обмежується тільки природними перешкодами і, меншою мірою, ємністю барабана із кабелем. Проте в місцях, де прокладання великих довжин кабелю безтраншейним методом утруднено через кам'янисті або скелясті ділянки ґрунту, може бути вигідно попередньо підготувати траншеї. Процедура переміщення барабана із кабелем можна також використовувати для збільшення максимальної довжини прокладання кабелю.

С.3.6.5 Запас довжини кабелю на зрощування

Важливо, щоб під час прокладання ОК безпосередньо в ґрунт було правильно розміщено відповідний запас кабелю на обох кінцях ділянки прокладання для наступної перевірки та монтажу кабелів. Довжина запасу кабелю має бути достатньою, щоб допускати зрощування конструкцій кабелів і установки з'єднувальних муфт у зручному для роботи положенні.

С.3.7 Прокладання в спеціальних місцях**С.3.7.1 Прокладання в тунелях і будинках**

Укладання ОК за допомогою лебідки в тунелі чи в будинку методом протягування кінця кабелю або розподіленого методу можна розглядати як окремий випадок укладання кабелю в каналі кабельної каналізації і в цьому разі може бути застосовано такі самі методи та заходи, які зазначено в С.3.4. Проте там, де кабель розміщують і укладають на лотки чи опори вручну, необхідно дотримуватися запобіжного заходу, щоб гарантувати, що конфігурація опор і ручні роботи не порушують точно встановлених критеріїв згинання кабелю. За такого прокладання ОК слід використовувати відповідні методи кріплення та фіксації кабелів.

С.3.7.2 Прокладання по стояках

Прокладання ОК по вертикально розміщених стояках у будинках можна виконувати, використовуючи звичайні методи прокладання та розміщення кабелю, але дотримуючись необхідних запобіжних заходів, щоб гарантувати, що системи фіксації та затискання кабелю, розроблені точно для цього типу кабелю, не передають зусиль тиснення на волокно.

С.3.7.3 Прокладання по мостах

Загальні підходи стосовно розміщення металевих кабелів можна застосовувати також і до прокладання ОК, але з додатковими запобіжними заходами, необхідними для запобігання переміщення кабелю на ділянках з крутим підйомом або вертикальних ділянках введення кабелю. Такий вид переміщення, спричинений коливаннями кабелю, може зумовити надмірну деформацію волокна, і тому в таких випадках слід використовувати відповідні обмежувачі коливань кабелю.

С.3.7.4 Прокладання через водні перешкоди

У разі перетинання рік або озер в місцях, де необхідно розмістити ОК під водою, слід використовувати спеціальну конструкцію кабелю. Щоб уникнути підводних з'єднань, де це можливо, слід використовувати неперервну довжину кабелю. Крім того нахил кабельної магістралі вниз до річища ріки чи до берега озера має бути по можливості положистим, щоб уникнути зсування волокна в межах кабелю. Підводні кабелі можуть зазнавати значних переміщень у всіх площинах, зумовлюючи перенатягування волокна, і, щоб обмежити таке переміщення, необхідно вживати заходів щодо охорони кабелю за допомогою траншей, баласту (мішків з піском), каналів кабельної каналізації і т.ін.

С.3.8 Прокладання внутрішніх кабелів**С.3.8.1 Загальні положення**

Всередині будівель може бути використано різні типи конструкцій ОК і тому важливо гарантувати, щоб для кожної частини внутрішньої мережі зв'язку застосовувався відповідний тип конструкції кабелю. Критерії згинання кабелю на вході в будівлю — суворіші, ніж для кабелю для внутрішнього прокладання, і там, де це можливо, такі критерії можуть сприяти тому, щоб розмістити термінальне обладнання поблизу вводу кабелю в будівлю чи поблизу кабельного стояка.

С.3.8.2 Траси прокладання кабелю

У разі прокладання кабелів по поверххах будівель віддають перевагу коротким прямим ділянкам траси прокладання кабелю з пропусканням його прямо крізь стіни чи навколо них, щоб уникнути різких вигинів кабелю. Зазвичай, у межах міжповерхового укладання кабелю прокладають кабель для комп'ютерної мережі. Конструктивно полегшені кабелі є найкращими для прокладання кабелю в магістралях або лотках, але необхідно дотримуватися запобіжних заходів, щоб гарантувати, що точки повороту кабелю підготовлено таким чином, що виконано критерії згинання кабелю. Укладаючи кабель у кабелепроводи, кабелі слід втягувати, а не проштовхувати, щоб уникнути ризику утворення петель.

У разі підвішування кабелю прямо на стінах, слід дотримуватися запобіжних заходів, щоб гарантувати, що використовуються відповідні затискачі та стрічки, які не спричиняють перетискання кабелю. Більшість робіт щодо розміщення ОК усередині помешкань виконують вручну і за такого методу прокладання кабелю завжди потрібно враховувати супутній ризик надмірного розтягування волокна.

Канали пожежобезпечності, газонепроникні ущільнення, міжповерхові переходи та канали входу кабелю в будівлі, установлені чи відкриті під час прокладання кабелю, слід герметизувати відповідним чином, щоб запобігти надходженню газу, води або інших сторонніх речовин. Крім цього необхідно відновити та зберегти цілісність усіх перегородок.

С.3.8.3 Безпека робіт в умовах обмеженого простору

Там, де існує ймовірність роботи з кабелем в умовах обмеженого простору, слід дотримуватися запобіжних заходів, наведених у С.3.2.

С.3.9 Системи задування кабелю

У разі використання систем задування кабелю інфраструктуру кабельної мережі створюють установленням однієї чи кількох вільних незаповнених пластмасових трубок за допомогою найпридатнішого методу укладання кабелю. Згодом, за необхідності створення мережі, волокна чи кабель може бути задуто в трубки стисненим повітрям. Загалом волокна упаковують спеціальним способом чи збирають у спеціальних модулях.

Існує декілька типів систем задування кабелю, але загалом усі вони потребують правильної комбінації розміщення волокна чи кабелю, трубки та способу задування. Необхідно точно виконувати рекомендації виробника трубки не тільки в процесі прокладання трубки та волокна чи кабелю, але також і під час планування напрямку траси прокладання, беручи до уваги максимальну довжину ділянки прокладання, кількість вигинів і відстані між вигинами.

Зазвичай прокладання виконують в два етапи. Спочатку прокладають трубку, а потім задувають оптичне волокно.

С.3.9.1 Прокладання трубки

Трубки для внутрішнього прокладання та трубки для систем задування оптичних волокон у загальному випадку легкі й відносно короткі, отже їх прокладання не потребує обладнання протягування чи лебідок і встановлення трубки середньої довжини можна виконати вручну.

Трубки для зовнішнього прокладання можуть бути важчими і довшими, ніж трубки для внутрішнього прокладання, і тому їх ділянки прокладання довші. Прокладання таких трубок виконують, використовуючи стандартні методи прокладання.

Деякі трубки можуть потребувати спеціальних заходів попереднього оброблення для збереження цілісності поверхні внутрішніх стінок каналу трубки і звичайно під час роботи з трубками слід дотримуватися таких запобіжних заходів:

- не ставати на трубку й не пошкоджувати її, що може спричинити проблеми на етапі задування волокна;
- не згинати і не спричиняти згинання трубки до радіусів згинання менших, ніж визначено виробником;
- не розтягувати трубку, встановлюючи надмірні довжини або використовуючи для цього дефектне устаткування;

- не закручувати трубку; розмотувати її, обертаючи барабан, а не подаючи її поверх фланця барабана;
- не допускати забруднення трубок водою чи брудом. За необхідності герметизувати кінці трубки перед прокладанням;
- загерметизувати трубки після закінчення прокладання;
- прокладання трубок на великі відстані може потребувати більше місця, ніж у разі укладання кабелів;
- у разі протягування за допомогою троса завжди використовувати вертлюг;
- ідентифікувати та маркувати трубки на обох її кінцях;
- ув'язувальні джгути слід накладати тільки із зусиллям, достатнім для того, щоб забезпечити розміщення трубки в потрібному положенні й не деформувати трубки.

С.3.9.2 Прокладання кабелю та волокна

Перед задуванням волокон у трубку бажано забезпечити цілісність траси покладеної трубки. Перевірку цілісності стінки трубки та герметичності внутрішнього каналу трубки може бути проведено за допомогою пневматичних випробувань. Якщо внутрішній діаметр каналу трубки перевіряють невеликими кульками (трубки для внутрішнього прокладання) чи великими човниками (кабелі для зовнішнього прокладання), використовуючи стиснене повітря, слід дотримуватися таких запобіжних заходів:

- місце випробування слід відповідним чином охороняти та забезпечувати попереджувальними знаками;
- слід вставити безпечне безосколкове скло;
- шланги подавання повітря, що перебувають під тиском, має бути надійно захищено;
- не перевищувати рекомендований тиск;
- випробування із задуванням кульки чи човника не слід провадити, якщо спочатку не буде забезпечено умову їх захоплення на дальньому кінці трубки. Також необхідно, щоб було проведено відповідну ідентифікацію трубки на кожному кінці ділянки прокладання.

Ефективне прокладання волокон або кабелів усередині трубки часто потребує використання спеціально розроблених для цього волокон або кабелів і спеціально розробленого устаткування, зокрема компресорів подавання повітря та пристроїв протягування й розмотування трубки. Звичайно постачальник устаткування дає інструкції до необхідних тисків і потужностей компресорів, інструкції до використання мастильних матеріалів, а також, методів протягування, щоб запобігти утворенню петель і пошкодженню волокон або кабелів.

Під час задування кабелів на довгих ділянках покладеної трубки може бути необхідним використовувати протягувальний поршень, закріплений на ввідному кінці кабелю. Такі поршні повинні бути короткими і закріпленими таким способом, який дає змогу їм незалежно переміщуватися. Як альтернативу, якщо необхідно уникнути використання поршнів, можна застосовувати каскадний метод задування з використанням коротких довжин трубки між кожною точкою задування, як це показано на рисунку С.4.

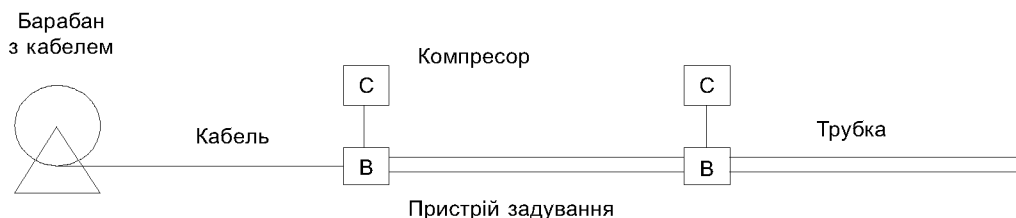


Рисунок С.4 — Прокладання кабелю каскадним задуванням

С.3.10 Визначення місця прокладання кабелю

У разі прокладання ОК з металевими елементами в конструкції чи без них безпосередньо в ґрунт питання про визначення траси подальшого прокладання кабелів може бути розглянуто під час їх прокладання. Для цього відповідно можна використовувати або систему наземного постмаркування чи прокладання визначального металевого провідника разом з кабелем, або використовувати підземні дискретні маркери, розміщені в місцях зрощування кабелю.

С.4 Захист від ударів блискавки**С.4.1 Загальні положення**

Оптичні волокна не сприйнятливі до грозових електричних розрядів, але іноді волокна конструктивно розміщують у кабелях, що містять металеві елементи. Тому, не зважаючи на конструкції кабелю, які не містять металевих елементів, для захисту ОК від ударів блискавки використовують такі самі методи, що й для металевих кабелів, але одночасно ці методи захисту повинні забезпечувати захист довших, ніж металеві, оптичних кабелів, і в цих випадках, слід дотримуватися вимог Рекомендації ІТУ-Т К.25.

С.4.2 Посилання на документ

ITU-T Recommendation K.25: (05/96), Protection of optical fibre cables

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ITU-T Рекомендація К.25: (05/96) Захист волоконно-оптичних кабелів

Національна примітка

1 Питання щодо прокладання ОК, їх монтування, вимірювання та будування лінійних споруд волоконно-оптичних ліній передавання, які прийнято на теперішній час в Україні, детальніше розглянуто в КНД 45-141 – 99 «Керівництво щодо будівництва лінійних споруд волоконно-оптичних ліній зв'язку», яке затверджено та введено в дію в галузі зв'язку України.

2 Детальніший розгляд питання стосовно захисту ОК від ударів блискавки в умовах України наведено в КНД 45-136–99 «Інструкція по захисту волоконно-оптичних кабелів зв'язку від ударів блискавки та електромагнітних впливів», яка діє в галузі зв'язку України.

ДОДАТОК D
(довідковий)**НАСТАНОВА ЩОДО ВПЛИВУ
ВОДНЮ В ОПТИЧНИХ КАБЕЛЯХ****D.1 Загальні положення**

В усьому світі ОК широко застосовують як для прокладання кабелю в ґрунт, так і для прокладання кабелю під водою за умови забезпечення стабільних характеристик передавання оптичних сигналів протягом багатьох років.

Ще на початку 80-х років було встановлено, що деякі типи оптичного волокна в окремих конструкціях кабелю зазнавали впливу водню, що збільшувало загасання сигналу в кабелі. Механізм такого впливу водню було швидко встановлено і внаслідок широких науково-дослідних програм конструкції волокон було оптимізовано таким чином, щоб вплив водню звести до мінімуму. Проектувальники кабелю встановили відповідні правила проектування й оптимізували добір матеріалів кабелю, щоб таким чином зменшити ефект впливу водню, що спричинює більше загасання протягом терміну експлуатації кабелю.

Концентрація водню, який впливає на характеристики кабелю, залежить від типу кабелю та середовища його експлуатації.

У разі правильно розроблених конструкцій ОК з одномодовими волокнами, призначених для прокладання в ґрунт, є достатній досвід, щоб не провадити перевірку кабелів на наявність значної концентрації водню, що може зумовити збільшення оптичних втрат у сприятливому до такого водневого впливу середовищі.

Наведені втрати в одномодовому волокні, що виникають через дію водню за парціального тиску до 10^4 Па (98 692 частини (молекули) водню на мільйон частин (молекул) матеріалу волокон), можуть бути не більше ніж 0,03 дБ/км і 0,06 дБ/км для довжин хвиль 1 310 нм і 1 550 нм, відповідно. Динамічна рівновага тиску чи баланс водню в кабелі без герметичного бар'єру, прокладеного в ґрунті, буде значно меншим за 10^4 Па, і тим самим забезпечується надійність оптичного передавання. Наприклад, для кабелю, прокладеного в каналі кабельної каналізації, і який перебував в експлуатації декілька років після прокладання [1]*, було виміряно й отримано типові тиски всього в 40,5 Па, що еквівалентно 400 частинам (молекулам) водню на мільйон частин (молекул) матеріалу волокон. За таких парціальних тисків загасання збільшується незначно.

D.2 Оцінювання впливу водню

Залежно від типу конструкції кабелю та запланованого середовища його експлуатації оцінювання впливу водню на кабель [2]*, можна провадити, а можна й не провадити. У таблиці D.1 наведено інформацію щодо необхідності оцінювання ОК на наявність водню, що спричинює більше загасання в кабелі.

Таблиця D.1 — Критерії оцінювання для одномодових (ОМ) і багатомодових (БМ) волокон в ОК

Конструкція кабелю	Застосування/умови довкілля									
	Прокладання в ґрунт		Прокладання в кабельній каналізації		Підвішування на опорах		Прокладання через річки*		Прокладання по дну моря	
	ОМ	БМ	ОМ	БМ	ОМ	БМ	ОМ	БМ	ОМ	БМ
Металева	1	2	1	2	1	2	2	2	2	**
Не металева	1	2	1	2	1	2	1	2	**	**
Різні метали	1	2	1	2	1	2	2	2	2	**
Герметичний бар'єр (тобто металева трубка)	1	2	**	**	1	2	2	2	2	**

1. Оцінювання не провадять.
 2. Рекомендується провадити оцінювання на етапі дослідження та розроблення конструкції кабелю.
 * Прокладання кабелю через річкові перешкоди — на коротку відстань (оцінювання не потрібне, якщо в конструкцію кабелю включено матеріал, який поглинає водень).
 ** Такі конструкції кабелю не застосовують.

* Цифри у квадратних дужках відповідають документам, наведеним у розділі D.4 Посилання на документи.

D.3 Ефект впливу водню в ОК

Погіршення оптичних характеристик ОК, як з одномодовими, так і з багатомодовими волокнами, зумовлюється накопиченням водню в конструкціях кабелю протягом його експлуатаційного строку служби. Вплив водню залежить від таких чинників:

- від типу волокна, оскільки склад/концентрація легувальної домішки, що входить до складу волокна і чутлива до водню, може спричинити більше загасання;
- від концентрації водню (тобто парціального тиску водню), накопиченого в кабелі протягом його експлуатаційного строку служби;
- від конструкції кабелю та, зокрема, від вибору та комбінації матеріалів, використаних у його конструкції;
- від довкілля в процесі прокладання кабелю, включаючи температуру довкілля під час експлуатації.

Концентрація водню всередині кабелю може збільшуватися внаслідок:

- водню, який виділяється конструктивними складниками кабелю, що пов'язано з ефектами старіння матеріалів через тривалість строків експлуатації;
- водню, що міститься в повітрі, яке закачують у герметичну конструкцію кабелю під тиском;
- корозії металевих елементів кабелю під дією вологи;
- біологічної корозії кабелю сірчаною кислотою сіллю як результат діяльності бактерій.

Механізми оптичних втрат, як ефект впливу водню, може бути покласифіковано як:

- зворотний проміжний ефект, пов'язаний із дифузією молекул H_2 у кремнієве скловолокно. Така дифузія аналогічна для всіх типів волокон (як для одномодових, так і для багатомодових) і її значення прямо пропорційні значенням парціального тиску водню;

- постійний хімічний ефект, пов'язаний з утворенням гідроксилу за допомогою хімічної комбінації дифузійних молекул водню та дефектних вузлів решітки в кремнії скловолокна. Ефект оцінюється як квадратний корінь від парціального тиску водню.

Одномодові волокна, порівняно з багатомодовими, на два-три порядки за значенням менш чутливі до такого постійного хімічного ефекту, зумовленого дифузією H_2 . Для одномодових волокон, навіть після 25 років експлуатації в агресивному середовищі, втрати, спричинені постійним хімічним ефектом, будуть набагато менші, ніж втрати через проміжний ефект. Протилежне спостерігається у разі багатомодових волокон:

- залежність втрат від довжини хвилі в одномодових волокнах, що виявляється тільки дослідно за підвищених температур (понад 60 °C), також набагато менше, ніж втрати через проміжний ефект, що спостерігаються за температур довкілля;
- контроль збільшення втрат на характерних довжинах хвиль 1240 нм і 1380 нм є гарним індикатором як проміжних, так і постійних хімічних ефектів.

D.4 Посилання на документи

[1] S.Hornung, S.A.Cassidy, M.H.Reeve «The distribution of H_2 gas along an inland optical fibre cable». Symposium of Optical Fibre Measurements 1984, National Bureau of Standards, NSB-SP-683, pp. 85 — 88, Oct. 1984.

[2] ITU-T Recommendation L.27 (10/96) — Method for estimating the concentration of hydrogen in optical fibre cables

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

[1] С. Хорнунг, С. А. Кессіді, М. Г. Ріів «Розподіл газу H_2 уздовж внутрішніх елементів волоконно-оптичного кабелю». Симпозіум по вимірах оптичного волокна 1984, Національне бюро стандартів, NSB-SP-683, стор. 85 — 88, жовтень 1984

[2] ITU-T Рекомендація L.27 (10/96) Метод оцінення концентрації водню у волоконно-оптичних кабелях

ДОДАТОК НА
(довідковий)**ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ,
НЕОБХІДНІ ДЛЯ РОЗУМІННЯ ТЕКСТУ СТАНДАРТУ**

У цьому стандарті використано такі терміни та визначення понять:

оптичне волокно (*optical fibre*)

Діелектрична структура, уздовж якої може розповсюджуватись електромагнітна енергія у видимій та інфрачервоній ділянках спектра

одномодове волокно (*singlemode fibre*)

Оптичне волокно, структура якого забезпечує перенесення оптичного випромінення в діапазоні робочих довжин хвиль тільки одним типом хвилі (однією модою)

багатомодове волокно (*multimode fibre*)

Оптичне волокно, структура якого забезпечує перенесення оптичного випромінення в діапазоні робочих довжин хвиль двома типами хвиль (мод) чи більшою їх кількістю

Примітка. Мода оптичного волокна — тип поширюваної вздовж волокна монохроматичної хвилі електромагнітного поля (коливань векторів напруженостей електричного та магнітного полів), яка відповідає розв'язку рівнянь Максвелла для волоконного світловоду

оптичний кабель (*optical cable*)

Кабель, сконструйований з одного або більшої кількості оптичних волокон чи пучків волокон усередині спільної оболонки, призначеної для захисту їх від механічного впливу та впливу інших зовнішніх чинників зі збереженням якості передавання у волокнах

числова апертура (*numerical aperture — NA*)

Синус кутової апертури оптичного променя на вході оптичного волокна, який залежить тільки від показників заломлення серцевини та оболонки ($NA = \sin \theta_{\max} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$)

загасання (*attenuation*)

Зменшення електромагнітної потужності сигналу під час його передавання

внесені втрати (*insertion loss*)

Оптичне загасання, зумовлене введенням оптичної складової в систему передавання

змішувач мод (*mode scrambler*)

Пристрій на основі оптичного волокна, призначений для приведення типів хвиль (мод) до рівноважного стану

ехометр (*echometr*)

Пристрій для вимірювання відстані до місця неоднорідності у волокні оптичного кабелю

«задування» («*blowing*»)

Метод прокладання (вдування) оптичного волокна або кабелю в пластмасові трубки за допомогою стисненого повітря та відповідного обладнання

динамометр (*dynamometr*)

Пристрій для контролювання сили натягування (у тексті стандарту — троса або кабелю)

вертлюг (*swivel*)

Пристрій для компенсації осьового закручування кабелю під час його прокладання.

ДОДАТОК НБ
(довідковий)**ПЕРЕЛІК ЧИННИХ В УКРАЇНІ СТАНДАРТІВ, ІДЕНТИЧНИХ МС,
НА ЯКІ Є ПОСИЛАННЯ В ЦЬОМУ СТАНДАРТІ**

— ГОСТ 27893 – 88 Кабели связи. Методы испытаний;

— ГОСТ 12176–89 Кабели, провода, шнуры. Методы проверки на нераспространение горения.

ДОДАТОК НВ
(довідковий)

ПЕРЕЛІК НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ З ТЕМАТИКИ ЦЬОГО СТАНДАРТУ, ЧИННИХ В УКРАЇНІ

Як додаткові нормативні документи, які дають змогу глибше ознайомитися з використанням ОК та елементної бази систем передавання в будівництві, експлуатації та вимірюванні, і які можуть використовувати фахівці організацій і підприємств галузі зв'язку та інших міністерств і відомств, що займаються проблемами впровадження ОК, пропонуються такі нормативні документи (далі — НД).

НД, розроблені фахівцями Науково-інженерного центру лінійно-кабельних споруд Київського інституту зв'язку (НІЦ ЛКС КІЗ):

- ГСТУ 45-011–98 Системи передавання волоконно-оптичні. Лінійні тракти. Норми на показники якості (Введено в дію з 01.01.99 р. наказом Держкомзв'язку України № 131 від 14.09.98 р.);
- ГСТУ 45.017–2000 Системи передавання волоконно-оптичні. Системи із спектральним розділенням та оптичними підсилювачами. Терміни та визначення (Введено в дію з 01.04.2001 р. наказом Держкомзв'язку України № 8 від 25.01.2001 р.);
- ГСТУ 45.018–2001 Світловоди волоконні одномодові. Технічні характеристики та параметри (Введено в дію з 01.07.2002 р. наказом Держкомзв'язку України № 213 від 19.12.2001 р.);
- ГСТУ 45.019–2001 Кабелі зв'язку оптичні. Загальні технічні вимоги (Введено в дію з 01.07.2002 р. наказом Держкомзв'язку України № 213 від 19.12.2001 р.);
- ГСТУ 45.020–2001 З'єднувачі роз'ємні волоконно-оптичні. Технічні вимоги та методи випробувань (Введено в дію з 01.07.2002 р. наказом Держкомзв'язку України № 213 від 19.12.2001 р.);
- КНД 45-093–97 Тимчасове керівництво по експлуатації волоконно-оптичних ліній зв'язку міських телефонних мереж (Введено в дію з 07.03.1998 р. наказом Держкомзв'язку України);
- КНД 45-113–98 Загасання в одномодовій волоконно-оптичній елементарній кабельній секції. Методи виконання вимірювань (Введено в дію з 01.02.1999 р. наказом Держкомзв'язку України № 162 від 01.12.98 р.);
- КНД 45-117–99 Інструкція з аварійно-відновлювальних робіт на волоконно-оптичних лініях зв'язку (Введено в дію з 01.10.1999 р. наказом Держкомзв'язку України № 15 від 14.07.99 р.);
- КНД 45-141–99 Керівництво щодо будівництва лінійних споруд волоконно-оптичних ліній зв'язку (Введено в дію з 01.02.2000 р. наказом Держкомзв'язку України № 157 від 28.12.99 р.);
- КНД 45-161–2000 Оптичні кабелі. Основні характеристики та методи випробувань (Введено в дію з 01.11.2000 р. наказом Держкомзв'язку України № 109 від 28.07.2000 р.);
- Р 45-009–99 Організація волоконно-оптичних систем передавання двостороннього зв'язку по одному світловоду для міських мереж зв'язку (Введено в дію з 01.01.2000 р. наказом Держкомзв'язку України № 140 від 09.12.99 р.);
- Р 45-010–2000 Рекомендації з підвішування оптичних кабелів на опорах повітряних ліній зв'язку, ЛЕП, контактної мережі залізниць. Загальні положення. Загальні технічні характеристики та параметри волоконно-оптичних кабелів для підвішування (Вводяться в дію в 2002 р.);
- Тимчасове керівництво по прокладці, монтажу, вимірюванням і здачі в експлуатацію оптичних кабелів з одномодовим волокном (Затверджено і введено в дію 30.03.1996 р. наказом Мінзв'язку України).

Інші НД з галузі оптичного зв'язку, які чинні на даний час в Україні:

- ДСТУ 2812–94 Волоконно-оптичні системи передавання інформації. Компоненти. Загальні вимоги до конструювання;
- ДСТУ 3256–95 Системи передавання волоконно-оптичні. Терміни та визначення;
- ДСТУ 3257–95 Системи передавання волоконно-оптичні. Класифікація та умовні позначення;
- ДСТУ 3345–96 Системи передавання волоконно-оптичні. Загальні технічні вимоги;
- ДСТУ 3346–96 Системи передавання волоконно-оптичні бортові. Загальні технічні вимоги;
- ДСТУ 3509–97 З'єднувачі оптичні. Загальні технічні вимоги;
- ГОСТ 25462–82 Волоконная оптика. Термины и определения;
- ГОСТ 26599–85 Компоненты волоконно-оптических систем передачи. Термины и определения;

- ГОСТ 26787–85 Переключатели и коммутаторы оптические. Основные параметры;
- ГОСТ 26789–85 Соединители оптические. Основные параметры и размеры;
- ГОСТ 26792–85 Волокно оптическое. Методы измерения параметров;
- ГОСТ 26793–85 Компоненты волоконно-оптических систем передачи. Система условных обозначений;
- ГОСТ 26814–86 Кабели оптические. Методы измерения параметров;
- ГОСТ 26835–86 Ответвители и разветвители пассивные оптические. Основные параметры и размеры;
- ГОСТ 26990–86 Компоненты волоконно-оптических систем передачи пассивные. Методы измерения оптических параметров;
- ГОСТ 26991–86 Соединители оптические. Требования к технологическому процессу;
- ГОСТ 27908–88 Стыки цифровых волоконно-оптических систем передачи первичной сети ЕАСС. Номенклатура и основные параметры;
- ГОСТ 28439–90 Аппаратура волоконно-оптических систем передачи по линиям электропередач цифровая. Общие технические требования;
- ГОСТ 28871–90 Аппаратура линейных трактов цифровых волоконно-оптических систем передачи. Методы измерения основных параметров;
- ОСТ 4.213.008–80 Аппаратура конечных станций и линейного цифрового тракта систем передачи по волоконно-оптическому кабелю. Перечень измеряемых параметров;
- КНД 45-136–99 Інструкція по захисту волоконно-оптичних кабелів зв'язку від ударів блискавки та електромагнітних впливів.

33.180.10

Ключові слова: волоконно-оптичний кабель, оптичний кабель, оптичне волокно, методи випробування, параметри кабелю, характеристики кабелю, загасання, фільтр мод, прокладання кабелю, траса прокладання, підвішування кабелю, кабельна каналізація, кабелепрокладач, кабельна лебідка, муфта, оптичний з'єднувач, поліетиленова трубка, вплив водню.
