

Міністерство транспорту та зв'язку України
Державна адміністрація зв'язку

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ЗВ'ЯЗКУ ім. О.С. ПОПОВА

Кафедра волоконно-оптичних ліній зв'язку

ЗБІРНИК
методичних вказівок
до лабораторних занять
з курсу "Будівництво та монтаж ВОСП"

Модуль 2
Частина 2

ЗАТВЕРДЖЕНО
методичною радою академії зв'язку.
Протокол № 6
від 10 лютого 2009 р.

Одеса 2009

УДК

План НМВ 2009р.

Укладачі методичних вказівок до лабораторних робіт:
проф. Бондаренко О.В., доц. Панюта І.М.

У збірнику викладено методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для другої частини курсу "Будівництво та монтаж ВОСП".

СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри ВОЛЗ і
рекомендовано до друку.

Редактор – Кодрул Л.А.

Ком'ютерне редагування та макетування – Кірдогло Т.В.

ЗМІСТ

Лабораторна робота №1 МАШИНИ ТА МЕХАНІЗМИ ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ БУДІВНИЦТВІ.....	4
Лабораторна робота №2 ВИМІРЮВАННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ ОПТИЧНОГО КАБЕЛЮ.....	13
Лабораторна робота №3 МОНТАЖ ЛІНІЙНИХ ОПТИЧНИХ КАБЕЛІВ.....	24
Лабораторна робота №4 МОНТАЖ СТАНЦІЙНИХ ОПТИЧНИХ КАБЕЛІВ ТА КІНЦЕВОГО ОБЛАДНАННЯ.....	35
Лабораторна робота №5 ПРИЙНЯТТЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ЛІНІЙ ПЕРЕДАВАННЯ.....	43

Лабораторна робота № 1

МАШИНИ ТА МЕХАНІЗМИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ БУДІВНИЦТВІ

1 Мета роботи

Метою роботи є ознайомлення з машинами, механізмами й інструментами, які використовуються при прокладанні та монтажу волоконно-оптичних кабелів у ґрунтах, в кабельній каналізації та приміщеннях вузлів зв'язку.

2 Ключові положення

Для будівництва ВОЛЗ використовуються різноманітні машини та механізми. Основними з них є транспортні машини, трактори, кабелеукладачі, тягові лебідки, машини й механізми для безтраншейної прокладки трубопроводів і таке інше.

2.1 Транспортні машини

У залежності від дорожніх умов автомобілі розподіляються на автомобілі дорожньої прохідності й автомобілі підвищеної прохідності. До першої групи відносяться двохосьові автомобілі з приводом на задні осі, або трьохосьові з приводом на дві задні осі, формули (4×2) та (6×4). До другої групи відносять автомобілі, призначені для роботи у важких умовах, в тому числі і по бездоріжжю. До цієї групи відносяться двох-, трьох- та чотирьохосьові автомобілі з приводом на всі осі (4×4), (6×6), (8×8).

У заболочених та інших важкодоступних місцях, де неможливо транспортувати кабельні барабани автомобілем або кабельним транспортером, використовують волокушу В-1. Її також можна використовувати разом з кабелеукладачем при прокладанні кабелю з барабанів, установлених на волокуші. Дно волокуші складають два полози, з'єднаних аркою (зводом), що дозволяє міняти площу контакту з ґрунтом у залежності від зміни його щільності. Можна навантажити до 8 т. Навантаження складає два барабани до № 22 або один до № 25. Виготовляють в м. Москва, «Межгородсвязьстрой».

2.2 Тягові машини

Якщо кабель прокладається безтраншейним способом у ґрунтах I – III категорії, структура яких мало змінюється при атмосферних опадах, а поверхня забезпечує достатньо високий коефіцієнт зчеплення з тяговою машиною, можуть бути використані причіпні кабелеукладачі. Для них як тягові пристрої використовуються трактори гусеничні або колісні в кількості від 1 – 2 до 5 – 7 в

залежності від категорії ґрунту. У вологих та заболочених ґрунтах з низьким коефіцієнтом зчеплення можливо використовувати й більшу кількість тракторів або тягові лебідки. Крім того, такі ґрунти мають низьку несучу здатність, тому на них непридатні до роботи колісні трактори або самохідні кабелеукладачі, тому що вони спричиняють високий питомий тиск на ґрунт. В такій місцевості бажано використовувати трактори з широкими гусеницями (болотний варіант) та по можливості меншою масою.

У заболочених і сильно зволжених ґрунтах, у заплавах річок та озер коефіцієнт зчеплення гусениць з ґрунтом різко зменшується, а опір перекошування тракторів і кабелеукладача збільшується в декілька разів. У таких умовах навіть на ґрунтах II категорії тягової сили семи тракторів буває недостатньо для переміщення кабелеукладача. В цьому випадку можливе використання до десяти – дванадцяти тракторів та трос більшого діаметра. Сумарна потужність такого зчеплення значно перевищує 1000 к.с., в той час як необхідна потужність для подолання опору ножа кабелеукладача (без урахування опору руху самого кабелеукладача) на заболочених ділянках складає 200 – 300 к.с. У цьому випадку коефіцієнт використання тракторів за потужністю не перевищує 0,2 ... 0,3.

Тягове зусилля за умови, що його потужність достатня до забезпечення тяжіння, розраховується за формулою:

$$P_0 = G(\lambda_i \varphi_\zeta - f_n),$$

де G – вага тягача;

λ_i – коефіцієнт, який враховує нахил поверхні руху;

φ_ζ – коефіцієнт зчеплення тягача з ґрунтом;

f_n – коефіцієнт опору руху тягача.

З цієї формули бачимо, що на рівній поверхні ($\lambda_i = 1$) та при $f_n \geq \varphi_\zeta$ тягач не в змозі перебороти опір руху, буксує і не рухається вперед. Нижче наведено коефіцієнт опору руху жорсткого колеса:

Глинистий ґрунт:

– сухий	0,6 ... 0,8
– вологий	0,16 ... 0,20

Пісчаний ґрунт:

– сухий злежаний	0,10 ... 0,12
– кригкий сипучий	0,20 ... 0,40

Рілля 0,20 .. 0,30

Торф сухий 0,20 .. 0,30

Стерня

– суха	0,10 ... 0,15
– волога	0,15 ... 0,20

Коефіцієнт зчеплення тягача з ґрунтом у різних умовах має такі значення:

Суха ґрунтова дорога:

– глинистий ґрунт	1,0
– пісчаний ґрунт	1,1
– чорнозем	0,9
Луг	0,6
Луг скошений вологий	1,2
Стерня волога	0,9
Рілля	
– злежана	0,6
– свіжа	0,7
Пісок	
– вологий	0,5
– сухий	0,4
Болото	0,3 (0,15 ... 0,9)

2.3 Тягові лебідки

Як показує багаторічний досвід будівництва лінійних споруд, тягові лебідки для кабелеукладачів знаходять практичне застосування не тільки при переходах через болота та водні перешкоди, але й при прокладанні кабелю в ґрунтах I – III категорії. В останньому випадку можуть використовуватися самохідні лебідки, оснащені якорями. Така самохідна тракторна лебідка (СТЛ) може замінити зчеплення з семи тракторів типу Т – 100М (Т – 130) при прокладанні магістральних кабелів в ґрунтах I – III категорії незалежно від стану їх поверхні, а також через болота та водні перешкоди, де маневр зчеплення тракторів важкий або взагалі неможливий.

Існує декілька типів тягових лебідок. Найкомпактнішою, але найменш потужною з них є причіпна лебідка ЛТ – 30. Вона має такі технічні характеристики:

Базовий трактор	Т – 130 БГ – 1
Максимальне тягове зусилля, кН	300
Ємність барабана, м	300
Швидкість намотки каната на барабан, м/год	600
Механізм піднімання та опускання коліс лебідки	Гідравлічний з приводом від трактора
Маса, кг	10000

Більш потужною, але й складною в експлуатації та обслуговуванні є причіпна лебідка ТЛ – 14. Її характеристики такі:

Базовий трактор	Т – 130 БГ
Максимальне тягове зусилля, кН:	
– пряме	200
– через поліспаст	400; 600
Швидкість переміщення троса, м/год	1000; 500; 333
Привід тягових барабанів	Механічний від валу трактора
Маса, кг	14500
Питомий тиск на поверхню ґрунту, МПа	0,057

Основними недоліками цієї лебідки є труднощі в буксируванні та значна складність конструкції. Як приклад наводиться спрощена схема підготовки лебідки до роботи. Тягова лебідка змонтована на рамі з арочними шинами та має якірний пристрій у вигляді бульдозера. Підвіска коліс торсійна, поворотна. Перед початком роботи лебідки колеса повертаються відносно осі торсіонів за допомогою гідроциліндрів, а шасі опускається на поверхню ґрунту. До нижньої частини рами приварено суцільний лист металу, який є опорною поверхнею при опусканні рами на ґрунт. За рахунок цього шасі та трактор під час роботи є єдиною жорсткою конструкцією. Трактор в даному випадку являє собою додаткову противагу. Лебідка має два тягові барабани, на які намотується по чотири витки троса і барабан-накопичувач. На нього намотується трос в процесі роботи лебідки. Оберти барабана-накопичувача здійснюються за рахунок гідромотора. Є також тросоукладач для рівномірного намотування троса. Управління всіма механізмами здійснюється з кабіни трактора.

Як зазначалося раніше, перспективною є самохідна тракторна лебідка (СТЛ). Вона навісна з кріпленням до трактора Т – 140 ГП. Основні її вузли: спеціальний якір – відвал, штовхаюча рама, тягова лебідка, редуктор, гідросистема, канатний барабан.

Відвал за допомогою штовхаючої рами навішується на трактор шарнірно. На відвалі встановлюється тягова лебідка з привідним редуктором і блоком поліспаста. Технічні характеристики лебідки СТЛ такі:

Тягова лебідка	Двобарабанна з додатковим барабаном канатної ємності
Сила тяги, кН, при:	
– прямій тязі	200
– двократному поліспасті	400
– трикратному поліспасті	600
Хід причіпного крюка, м, при:	
– прямій тязі	950
– двократному поліспасті	475
– трикратному поліспасті	315

Швидкість ходу крюка, км/год, при:	0,90
– прямій тязі	0,45
– двократному поліспасти	0,30
– трикратному поліспасти	
Маса, кг	24300
Питомий тиск на поверхню ґрунту, МПа	0,039
Середня продуктивність праці за зміну при прокладці кабелю причіпним кабелеукладачем, км траси	1,2 ... 1,5

2.4 Кабелеукладачі

Кабелеукладачі призначено для безтраншейного прокладання кабелю в ґрунт. За одну операцію виконується прорізання в ґрунті щілиноподібної траншеї й прокладання в ній кабелю.

Сучасні кабелеукладачі діляться на класи за такими ознаками:

- за типом ліній, які прокладаються (магістральні, зонові, сільські);
- за типом базового шасі (причіпні, навісні, напівнавісні);
- за типом робочого органу (пасивні (ножові) та активні (вібраційні, фрезерні тощо));
- за видом опорного елемента та ходової частини (колісні (одно– і багатовісні) на полозах, у вигляді човна – волокуші);
- за характером робочих умов траси (для рівнини, незаболоченої, пересіченої місцевості, болотні, підводні).

Класифікацію безтраншейних кабелеукладачів наведена на рис. 1.1.

2.5 Машини та механізми для проходів під перешкодами

Для закритого проходів отворів(шпарин) під дорогами в ґрунтах до V категорії включно використовують установки горизонтального буріння (УГБ). Особливо широкого використання установки такого типу набули при прокладанні трубопроводів діаметром від 325 до 1020 мм. Ці установки (УГБ – 2, УГБ – 4, УГБ – 5) мають такі недоліки:

- вони дуже громіздкі;
- для їх роботи необхідно вирити робочий котлован великих розмірів.

Довжина робочого котловану на 8 – 12 м більша, ніж довжина прокладеної труби при ширині 2–3 м, та на 0,8 м глибше, ніж глибина прокладання труби.

Значно більше використовують машину типу МГБН – 2 (розробки Мінтрансбуду АзРСП), призначену для будівництва кабельних магістралей під дорогами. Вона змонтована на базі трактора Т – 100 (Т – 130) та має ріжучий робочий орган, тяговий пристрій тощо. Все це встановлюється на переносній площадці.

При будівництві волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ) важче, ніж при будівництві ліній зв'язку з кабелями, в яких передача сигналів здійснюється по

металевих ланцюгах, вирішувати завдання прокладки волоконно-оптичного кабелю (ВОК) в обмежених, складних умовах. Це відбувається тому, що при монтажі металевих ланцюгів їх властивості (наприклад, загасання передаваного сигналу) практично не залежать від кількості місць з'єднання уздовж лінії, а при монтажі оптичних волокон (ОВ) кожне їх з'єднання помітно впливає на якість передачі. Вже на етапі проектування ретельно враховується кількість з'єднань ОВ і необхідність виконання додаткових: по-перше, воно обмежується, по-друге, ця необхідність повинна бути обґрунтована і відповідним чином узгоджена. Тому довжина будівельних довжин ВОК істотно більша (на магістральних ВОЛЗ 2..4..6 км), і розрізати їх при будівництві, як правило, не допускається. Очевидно, що при таких будівельних довжинах збільшується само число місць (ділянок), які слід вважати обмеженими, складними.

Технологія виконання ВОЛЗ в пластмасовому трубопроводі дозволила «повернути» будівництво в звичні умови, аналогічні тим, які існують для кабелів з металевими жилами. При прокладці трубки її можна розрізати і сполучати в міру необхідності, оскільки місце з'єднання трубки за якістю рівнозначного їй цілій ділянці. Але застосування трубки не може вирішити всі проблеми. Залишається достатньо багато місць, де прокладка трубок або кабелю традиційними механізмами (кабелеукладальниками) неможлива, а застосування ручної прокладки або дуже дорого, або практично неможливо (драговині, в умовах міст, місця перетинів ВОЛЗ із залізничними коліями і так далі). До сказаного додалися випадки, коли власник ділянки, по якій треба прокласти кабель, не дає дозволу на ведення робіт або вимагає таку велику плату за дозвіл, що робить споруду нерентабельною.

Тому при будівництві мереж зв'язку (втім, в рівній мірі і при будівництві продуктопроводів малого діаметру, тобто при будівництві газових мереж, водопроводів і так далі) стає все більш актуальним застосування сучасної безтраншейної технології прокладки – горизонтально направленої буріння (ГНБ). Коротко суть такої технології полягає у виконанні буріння свердловин, аналогічних виконуваним на родовищах газу і нафти, але в горизонтальному напрямі – на заданій глибині і в необхідному напрямі. Для цієї мети розроблено і випускається достатньо багато спеціальних механізмів різної потужності, що забезпечують необхідну ефективність і економічність в різноманітних випадках застосування. Загальним є те, що робота виконується у декілька етапів (власне буріння, потім, при необхідності, розширення свердловини і затягування труб для ОК або продуктопровода) при постійному контролі положення бурового (або розширювального) механізму (бурової головки) з поверхні землі за допомогою спеціального локатора. Конструкція бурової головки виконана таким чином, що дозволяє операторові бурової машини змінювати її рух в будь-якому напрямі.

Для даних безтраншейних переходів використовуються труби з поліетилену, поліпропілену або композиту – поліетилен плюс полівінілхлорид. Основними перевагами таких труб є: достатньо велика довжина при постачанні; еластичність; широкий діапазон діаметрів труб, що випускаються (до 1600 мм включно); низький коефіцієнт гідравлічного опору; рівна міцність стикового

з'єднання відрізаних труб і тіла труби; легкість монтажу; тривалість терміну служби труб (50 років).

Безтраншейні технології застосовуються в будівництві ліній зв'язку давно. Дійсно, до них безумовно відноситься широко вживаний метод переходу ліній через порівняно невеликі перешкоди шляхом так званого «проколу» ґрунту під перешкодою і затягування в це місце металевих або азбоцементних труб. У багатьох випадках (далеко не скрізь!) виробництво робіт таким методом можна вважати цілком прийнятним при невеликих протяжностей (десятки метрів) і м'яких ґрунтах. Проте вартість будівництва і трудомісткість різко збільшуються в складніших випадках. Крім того, з двох сторін в місцях проколу необхідно відривати котловани для розміщення відповідних механізмів на повній глибині виконання переходу. Неважко зрозуміти, що це можна виконати в польових умовах (наприклад, при будівництві переходу через залізницю або шосе), але важко собі уявити в обмежених умовах міст, наприклад на Тверській вулиці Москви або на Невському проспекті Санкт-Петербурга.

Тому застосування методу ГНБ стає невід'ємною частиною будівельного процесу ВОЛС. Наприклад, тільки в одній з філій ЗАО «Межгорсвязьстрой» (СМУ – 10) сьогодні чотири установки ГНБ і висококваліфікований колектив підприємства готові виконати роботи по будівництву трубопроводів і інших інженерних комунікацій будь-якого ступеня складності. Буріння свердловини ведеться по заздалегідь спроектованій трасі і повністю контролюється спеціальним приладом – локатором, який дозволяє операторові буріння у будь-який момент бачити, де знаходиться бурова головка і при необхідності змінювати напрям буріння, огинаючи перешкоди, що зустрічаються на шляху (комунікації, що діють або кинуті, і тому подібне). Темпи виробництва робіт складають від декількох десятків до 150 метрів за одну робочу зміну. Установки ГНБ вмонтовуються на відповідних транспортних засобах (у СМУ – 10, наприклад, вони встановлені на базі МАЗ 6303), що істотно спрощує можливість передислокації устаткування.

Технологія ГНБ застосовується при проектуванні напірних і самотічних трубопроводів, при виготовленні захисних футлярів для прокладки кабелів, теплотрас і газопроводів.

Траса проекрованої ділянки може бути криволінійного контура і в плані, і в профілі в межах допустимого радіусу вигину бурових штанг. Залежно від конструкції бурового інструменту технологія ГНБ може застосовуватися в різних ґрунтових умовах – від водонасичених пісків, суглинків і глин різної консистенції до скельних гірських порід. Сучасні установки ГНБ дозволяють проектувати прокладку комунікацій діаметром від 200 до 1200 мм і завдовжки до 1400 м. Локаційні системи з різними зондами (залежно від глибини заставляння) і локаторами, забезпечують високу точність пілотного буріння (першого проходу) і подальшого розширення свердловини. Система приготування і подачі в свердловину спеціального розчину (бентонітової суспензії) дозволяє забезпечувати транспортування розробленого ґрунту зі свердловини і надійно підтримує контур свердловини. При проектуванні

прокладки із застосуванням технології ГНБ необхідно передбачати розширення свердловини більше діаметру протягнутої труби на 20% в стійких глинах і скельних породах і до 50% в нестійких ґрунтах. Зумпфи в стартовій і приймальній камерах повинні мати достатній об'єм для акумуляції відпрацьованої бурової суспензії, яка потім транспортується на регенерацію. Для проведення таких розрахунків в таблицях робочих характеристик установок ГНБ приведені дані про подачу бурової суміші, яка залежно від потужності установки може бути від 60 до 760 л/хв. Робоча труба монтується на поверхні і протягається в свердловину при завершуючому етапі буріння (розширенні). Секції робочої труби приєднуються за розширювачем через вертлюга, щоб обертання розширювача не передавалося на протягвану трубу. Необхідність застосування ГНБ в будівництві була настільки гострою, що досить швидко був розроблений і почав випускатися відомими фірмами ряд механізмів для цієї мети. Тепер можна вибрати найбільш прийнятну по техніко-економічним показникам бурову установку для кожного конкретного випадку. У таблиці приведені короткі відомості про такі механізми. З повнішою інформацією можна ознайомитися безпосередньо у виробників.

Підводячи підсумки, підсумовуємо позитивні моменти застосування методу ГНБ при будівництві найрізноманітніших лінійних споруд, серед яких гідне місце займає будівництво ВОЛС. Можливість безтраншейного будівництва, ремонту і санації підземних комунікацій:

під річками, ярами, лісовими масивами; у специфічних ґрунтах (скельні породи, плавуні);

у охоронних зонах високовольтних повітряних ліній електропередач, магістральних газо-, нафто-, продуктопроводів;

в умовах щільної житлової забудови міст при проходженні траси під автомагістралями, трамвайними коліями, автомобільними дорогами, скверами і парками.

Скорочення термінів і об'єму організаційно-технічних узгоджень перед початком робіт у зв'язку з відсутністю необхідності зупинки руху всіх видів наземного транспорту, перекриття автомобільних і залізних доріг.

Значне скорочення термінів виробництва робіт за рахунок використання високотехнологічних бурових комплексів.

Значне скорочення кількості що привертається для прокладки трубопроводів важкої техніки і робочої сили.

Зменшення ризику аварійних ситуацій і, як наслідок, гарантія тривалого збереження трубопроводів в робочому стані.

Відсутність необхідності в зовнішніх джерелах енергії при виробництві робіт у зв'язку з повною автономністю установок.

Відсутність необхідності виробництва робіт по водопониженню в умовах високих ґрунтових вод.

Зменшення кошторисної вартості будівництва трубопроводів за рахунок скорочення термінів виробництва робіт, витрат на залучення додаткової робочої сили і важкої землерийної техніки.

Мінімізація витрат на енергозабезпечення бурових комплексів унаслідок економічності використовуваних агрегатів.

Відсутність витрат на відновлення пошкоджених ділянок автомобільних і залізних доріг, зелених насаджень і предметів міської інфраструктури.

Скорочення експлуатаційних витрат на контроль і ремонт трубопроводів в процесі експлуатації.

Збереження природного ландшафту і екологічного балансу в місцях проведення робіт, виключення техногенної дії на флору і фауну, розмиву берегів і донних відкладень водоймищ.

Зниження негативного впливу на умови мешкання людей в зоні проведення робіт.

Фірма виробник	Найменування установки	Дл/вис/шир, см	Вага з штангами, кг	Макс діна прокола, м	Діаметр расширення, мм
Tracto-Technik	Grundohit 40	295/90/130	850	100	150
Tracto-Technik	Grundodrill 6,5	405/130/160	2750	300	250
Tracto-Technik	Grundodrill 105	405/150/250	5400	350	350
Vermeer	Navigator D 18*22	521/122/229	5062	220	410
Vermeer	Navigator D 24*40	515/201/216	7530	320	600
Vermeer	Navigator D 55*100	909/235/307	16556	600	1000
TERRA	TERRA MINI-JET/LV (2650 Nm)	290/150/115	490	120	250
TERRA	TERRA-JET 2513 D	570/180/220	5100	200	420
TERRA	TERRA-JET 4514 D	620/185/225	6900	300	520
Ditch Witch	JT4020 All Terrain	792/220/224	12582	400	600
Ditch Witch	JT2720 Mach1	610/200/230	9236	300	450
Ditch Witch	JT1220 Mach1	4800/130/200	4400	150	200
Straightline	910 HDD Drill	455/91/155	3728	100	150
Straightline	2462 HDD Drill	924/155/216	5669	200	250
Straightline	3550 HDD Drill	643/180/216	10206	350	400
Prime Drilling	PD 75-50	955/278/205	25000	800	700
Prime Drilling	PD 100-50	1000/280/210	33000	1000	800
Prime Drilling	PD 150-70	1500/290/225	48000	1400	1200

Лабораторна робота № 2

ВИМІРЮВАННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ ОПТИЧНОГО КАБЕЛЮ

1 Мета роботи

Метою роботи є ознайомлення з методами та способами вимірювання параметрів волоконно-оптичних кабелів зв'язку (ВОК) при підготовці, будівництві та прийнятті в експлуатацію волоконно-оптичних систем передачі (ВОСП).

2 Ключові положення

2.1 Організація робіт при вимірюванні параметрів ОК

Барабани з ВОК та інші компоненти заздалегідь розміщуються на приоб'єктових кабельних майданчиках. При цьому вони мають бути зареєстровані в спеціальних журналах із зазначенням найменування, марки, номера, фірми виробника тощо. Всі компоненти, які використовуються при будівництві ЛС ВОЛЗ, підлягають вхідному контролю, а для всіх ВОК передбачається 100% вхідний контроль.

Вхідний контроль ВОК складається з зовнішнього огляду барабанів або бухт з кабелем, оптичних вимірювань параметрів волокон та електричних вимірювань за наявності в кабелі металевих елементів.

При зовнішньому огляді перевіряється відсутність механічних пошкоджень барабана або його обшивки. Якщо кабель намотано в бухти, перевіряють відсутність ум'ятин, перетискань, пошкоджень оболонки і таке інше.

В разі наявності дефектів на захисній оболонці кабелю, які знижують надійність його роботи, складають акт за участі зацікавлених сторін (представники підрядчика, замовника та інші) і вимагають заміни пошкодженої будівельної довжини.

Якщо будівельна довжина ВОК не має видимих дефектів, необхідно виконати вимірювання його параметрів. Вимірювання проводять на обладнаному робочому місці, де повинні бути нормальні умови: температура навколишнього середовища $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$, освітленість згідно з вимогами СНиП 11–4–79, електроживлення приладів від напруги $=12\text{В}$ або $\sim 220\text{В}$ з використанням узгоджувачів перетворювачів.

Вимірювання згасання волокна виконують за допомогою рефлектометра, який працює по методу зворотного розсіювання, або в гіршому випадку, за допомогою оптичного тестера.

Вимірювання електричного опору захисного шланга та опору ізоляції жил дистанційного живлення виконують за допомогою тераомметра, ПКП та інших приладів.

В разі необхідності можливо виконувати й інші додаткові випробування.

2.2 Підготовка ВОК до вимірювань

Якщо вимірюванням підлягає будівельна довжина ВОК, необхідно його кінці подати до робочого столу, на якому знаходиться оптичний рефлектометр (ОР), пристосування для закріплення кінців кабелю, прилади для юстування волокон або їх зварювання, спеціальні інструменти для зняття захисних оболонок.

Технологія виконання робіт наступна:

1. На відстані 2-х метрів від кінців захисна оболонка ВОК очищається від бруду за допомогою серветки, змоченої в розчині Б–70, а потім протирається насухо.

2. На відстані 1-го метра від кінця робиться позначка, по якій спеціальним інструментом виконують надріз захисної оболонки, після чого вона видаляється.

3. Якщо в кабелі є броня, вона видаляється на ту ж довжину, що і захисна оболонка (ЗО).

4. В кабелях з центральним силовим елементом (ЦСЕ), він видаляється на довжину на 10 мм меншу, ніж ЗО та броня. При цьому сердечник кабелю очищується від гідрофобного заповнювача за допомогою серветки.

5. На відстані 35 мм від зрізу ЗО за допомогою спеціального інструменту підрізаються та видаляються захисні трубки оптичних модулів (ОМ).

6. Далі за допомогою розчинника Б–70 та серветки оптичне волокно очищають від гідрофобного заповнювача ОМ.

7. ОВ вимірюваного ВОК з'єднується з додатковим оптичним волокном, з відомою наперед довжиною, армованим з однієї сторони роз'ємним оптичним з'єднувачем. З'єднання двох ОВ може виконуватися методом зварювання, механічним з'єднувачем або юстуванням в спеціальному приладі.

8. Після прогрівання рефлектометра протягом 10÷15 хвилин можна виконувати вимірювання.

9. Вимірювання електричного опору ізоляції захисної оболонки проводяться таким чином: на відстані 100 мм звільняється броня, до неї підключають ізольований провідник. Барабан або бухта з ВОК занурюються в воду на 30 хвилин, так щоб кінці кабелю знаходились над поверхнею на відстані, не менше ніж 20 см. Вимірювання проводять, прикладаючи напругу між водою і бронею.

10. Вимірювання опору ізоляції жил дистанційного живлення (ЖДЖ) виконують на барабані або бухті кабелю насухо (без занурення у воду). При цьому можливе з'єднання провідників шлейфом.

2.3 Оптичні вимірювання ОВ

Вимірювання параметрів одномодових оптичних волокон (ООВ) виконують на двох довжинах хвиль 1,31 мкм та 1,55 мкм. Величина загасання визначається регламентуючими документами для кожного типу ОВ. Для стандартного оптичного волокна згідно рекомендації G.652 ІТУ–Т максимальне значення

кілометричного загасання 0,40 дБ/км для $\lambda_p = 1,31$ мкм та 0,30 дБ/км для $\lambda_p = 1,55$ мкм.

2.4 Підготовка ОВ до вимірювань

Вибирається перше за відліком оптичне волокно в оптичному кабелі. Це буде волокно, захисне покриття якого має білий (незабарвлений) колір і знаходиться воно в ОМ, забарвленому в червоний колір. З вибраного ОВ, за допомогою спеціального пристрою, видаляється первинне захисне покриття, після чого ОВ протирається безворсовою серветкою, змоченою в спирті.

На відстані приблизно 10 мм від кінця первинного захисного покриття, за допомогою інструменту для сколювання ОВ, проводять цю процедуру, керуючись вказівками викладача та інструкцією з експлуатації інструмента.

Підготовлене таким чином ОВ вставляється в прецизійний юстувальний пристрій, або зварювальний апарат, де виконується його з'єднання з ШСЗ, армованим з однієї сторони оптичним роз'ємним з'єднувачем. Можливе також використання механічних з'єднувачів.

2.5 Оптичні вимірювання ОВ

В першу чергу необхідно визначити оптичну довжину ОВ. Для цього необхідно підключити ОВ, яке вимірюється, до оптичного рефлектометра (ОР). На ОР треба виставити необхідну довжину зондуючих імпульсів та відповідний діапазон аналізуємих відстаней.

Оптична довжина ОВ визначається, як різниця між сплесками френелівського відбиття від кінців вимірюваного волокна на екрані ОВ (рис. 2.1).

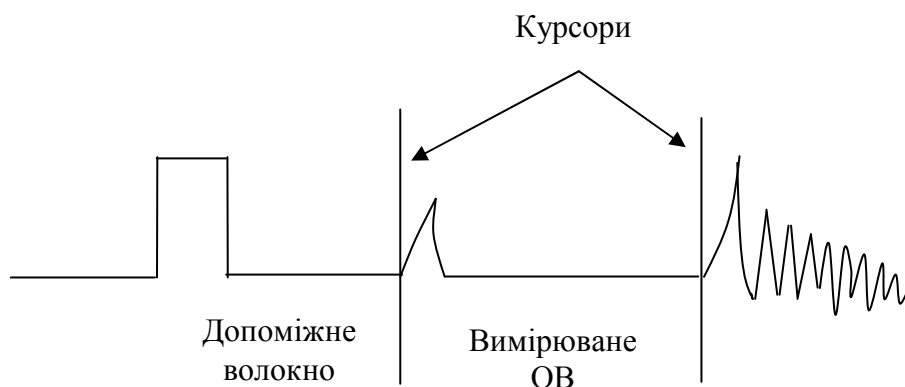


Рисунок 2.1 – Визначення оптичної довжини ОВ

Початок ОВ, що вимірюється, визначається по характерному відбиттю від місця з'єднання допоміжного та вимірюваного ОВ. Бажано, щоб цей сплеск був не дуже великий, інакше можливе перевантаження по входу приймача ОР. В цьому випадку сплеск на стику допоміжного та вимірюваного буде подібний до

імпульсу на вході рефлекторами, показаної на рис. 2.1. Якщо в якості з'єднання використовується зварка ОВ, то рефлектограма даного місця може мати вигляд, показаний на рис. 2.2.

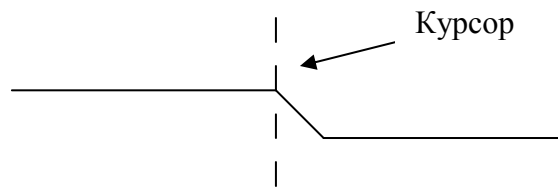


Рисунок 2.2 – Рефлектограма зварного з'єднання ОВ

Визначення коефіцієнта згасання ОВ можливе тільки на лінійній ділянці характеристики волокна. На цій ділянці не повинно бути сплесків від неоднорідностей ОВ, що викликають френелівське відбиття. Також необхідно виключити скачки згасання, викликані дефектами ОВ, та перехідні процеси. Характерна рефлектограма такого ОВ наведена на рис. 2.3.

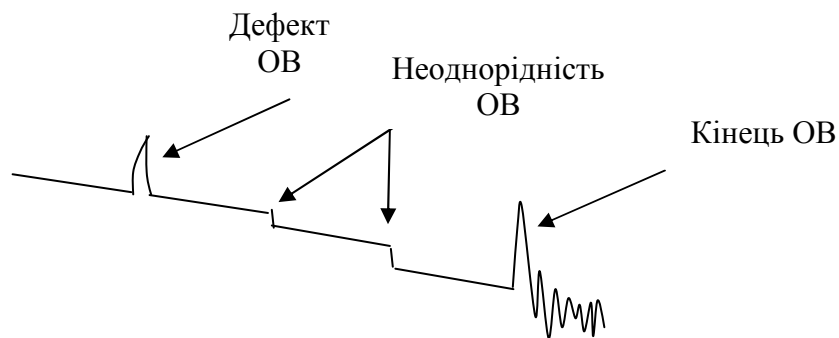


Рисунок 2.3 – Рефлектограма ОВ з дефектами серцевини волокна

Для вимірювання згасання ОВ вибирається тільки ділянка, на якій рефлектограма має лінійний характер залежності потужності рівня сигналу від довжини (рис. 2.4).

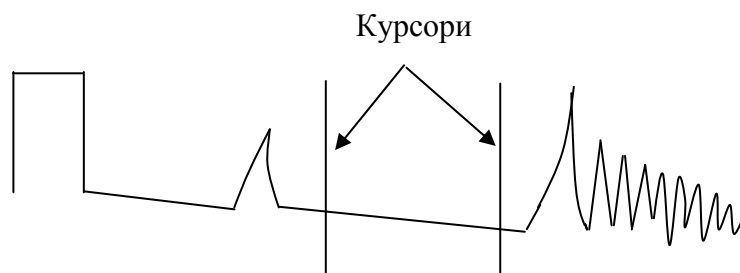


Рисунок 2.4 – Розташування курсорів при вимірюванні коефіцієнта загасання ОВ

Виміряні значення коефіцієнта загасання ОВ не повинні перевищувати значення, зазначені в паспорті на ОК, або, якщо його немає, не повинні бути більші, ніж зазначено в НД на продукцію. При порівнянні з паспортними даними, виміряне значення не повинно перевищувати паспортне більше, ніж на 0,06 дБ/км.

Кабель вважається дефектним, якщо в ньому є хоч одне ОВ, в якому є тріщини, або неоднорідності загасання з величиною неоднорідності більш, ніж 0,1 дБ, або, якщо величина неоднорідностей менша, чим 0,1 дБ, але такі дефекти зустрічаються в двох, чи більше, ОВ в даному кабелі.

Різниця у вимірі оптичних довжин всіх ОВ в даному кабелі не повинна відрізнятися більше, ніж на 0,15 %. Фізична довжина ОК та оптична довжина ОВ не повинні відрізнятися більше, ніж на 2 %.

2.6 Електричні вимірювання

Вимірювання опору ізоляції ЖДЖ та захисного покриття ОК проводять за допомогою приладів, що забезпечують похибку вимірювань не більше 10 % при значенні електричного опору до 10^{10} Ом і не більше 20 % при значеннях опору в 10^{10} до 10^{14} Ом. Відлік значень проводять через 40 с після прикладання напруги до металевих елементів ОК, але не більше 5 хв. Після проведення вимірювань металеві елементи ОК повинні бути з'єднані з заземленням провідником протягом 2 хв. для зняття можливого потенціалу (згідно ПТБ).

3 Ключові питання

- 3.1 Що таке кабельні майданчики? Де і як вони розміщуються? Яке обладнання знаходиться на кабельних майданчиках?
- 3.2 Де, як та в яких умовах виконується вхідний контроль ОК?
- 3.3 Як організоване робоче місце для перевірки параметрів ОК? Склад, обладнання, умови.
- 3.4 Опишіть процедуру підготовки ОК до оптичних вимірювань.
- 3.5 Опишіть процедуру проведення оптичних вимірювань різними методами.
- 3.6 Опишіть процедуру вимірювань електричних параметрів ОК.
- 3.7 Які прилади використовують для оптичних та електричних вимірювань ОК?

4 Домашнє завдання

- 4.1 За рекомендованою літературою та даним керівництвом ознайомитись з:
 - видами і призначенням вимірювань та випробувань ВОК;
 - принципами дії та правилами користування ЗВТ.
- 4.2 Визначити похибки вимірювань параметрів ОК;
- 4.3 Підготувати протокол лабораторно–практичної роботи.

4.4 Підготуватися до відповідей на ключові питання.

5 Підготовка до виконання роботи

У результаті самостійної підготовки до лабораторної роботи необхідно:

1. Опрацювати рекомендовану літературу.
2. Вивчити конструкцію та характеристики волоконно–оптичного кабелю.
3. Вивчити принципи роботи оптичного рефлектометра та оптичного тестеру.
4. Вивчити методи вимірювання згасання ОВ методом зворотного розсіювання та методом внесених втрат.
5. Вивчити методи вимірювання опору ізоляції жил дистанційного живлення та захисного шлангу.

6 Обладнання

1. Волоконно-оптичний кабель з металевими елементами (броня та ЖДЖ).
2. Рефлектометр типу «Горизонт» або аналогічний.
3. Оптичний тестер типу ОМКЗ–76.
4. Тераомметр або переносний кабельний прилад ПКП–4.
5. Волоконно-оптичні кабелі одноволоконні, армовані з однієї сторони роз'ємними оптичними з'єднувачами.
6. Електричні провідники з наконечниками.

7 Зміст роботи

1. Ознайомитись з принципом роботи вимірювальних пристроїв.
2. За допомогою рефлектометра визначити довжину ВОК.
3. Виміряти загасання оптичного кабелю.
4. Розрахувати коефіцієнт загасання ОВ на однієї з довжин хвиль за завданням викладача.
5. Виміряти опір ізоляції та опір шлейфу ЖДЖ ВОК.
6. Перерахувати R_{i3} та R_0 на довжину 1 км та 20°C.
7. Порівняти отримані дані з нормою для вимірюваного ВОК.

8 Зміст звіту

1. Технічні характеристики ВОК.
2. Технічні характеристики вимірювального обладнання.
3. Дані вимірювань в порівнянні з нормами.
4. Похибки вимірювань.

9 Список рекомендованої літератури

1. Корнейчук В.И. Измерение параметров компонентов и устройств ВОСП: Учебное пособие. – Одесса. УГАС им. А.С. Попова, 2000. – 323 с.
2. КНД – 45–141–99 Керівництво щодо будівництва лінійних споруд волоконно–оптичних ліній зв’язку. Керівний нормативний документ державного комітету зв’язку та інформатизації України. – Київ, 1999-187 с.
3. Збірник технологічних карт на вимірювання та монтаж волоконно–оптичних кабелів. НД ДПМ ВАТ «Укртелеком» – Київ, 2003. 115 с.
4. ГОСТ 3345–76 Кабели, провода и шнуры. Методы определения электрического сопротивления изоляции.- Київ
5. КНД 45–113–98 Загасання в одномодовій волоконно–оптичній елементарній кабельній секції. Методи виконання вимірювань. – Київ, 1998.

ДОДАТОК

Порядок відліку оптичних модулів та оптичних волокон в кабелях типу ОКЛ
(ТУ У 05758730.007–97)

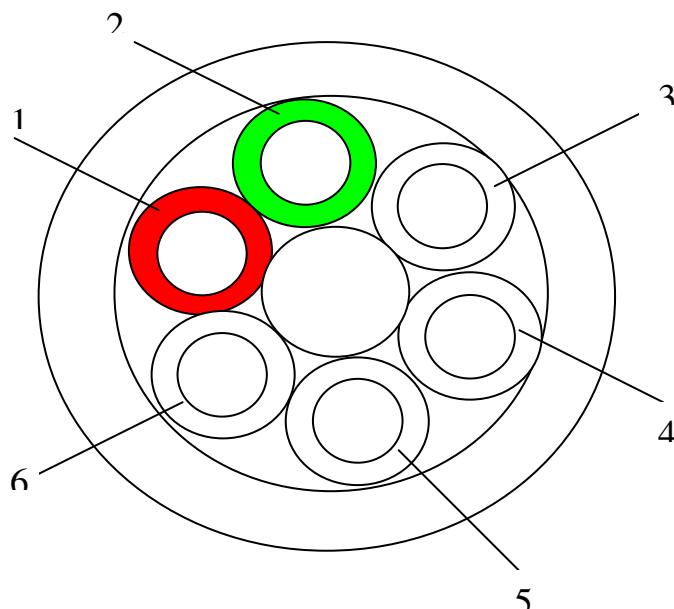


Рисунок Д.2.1 Нумерація та забарвлення оптичних модулів у ВОК
(ТУ У 05758730.007–97)

Оптичні модулі в осередді ОК пофарбовані так, щоб була можливість визначити напрямок їх відліку. Перший ОМ пофарбовано в червоний колір, другий ОМ – в зелений. Решта ОМ в повиві можуть бути пофарбовані в інші кольори (крім червоного та зеленого), або безбарвні.

№ ОВ	Забарвлення ОВ в ОМ
1	Білий (натуральний)
2	Червоний
3	Зелений
4	Голубий (синій)
5	Жовтий
6	Сірий
7	Брунатний
8	Фіолетовий
9	Помаранчевий
10	Чорний
11	Рожевий
12	Аквамариновий

Якщо в ОК є ЖДЖ, їх ізоляція пофарбована в такі кольори:

- 1 – натуральний;
- 2 – червоний (помаранчевий);
- 3 – зелений (чорний);
- 4 – синій (жовтий).

Таблиця Д.1 – Оптичні характеристики ОК

Тип ОВ	Рекомендація ITU-T	М1КЗ дБ/км на довжині хвилі, нм			
		850	1300	1310	1550
Багатомодове	G.651	3.0	1.0	–	–
Одномодове	G.652	–	–	0.40	0.30
	G.653	–	–	–	0.30
	G.654	–	–	–	0.22
	G.655	–	–	–	0.3

Таблиця Д.2 – Електричні характеристики ОК (ТУ У 05758730.007–97)

№ п/п	Вимірюваний параметр	Значення
1	Електричний опір постійного струму жили ДЖ; Ом/км	≤ 16
2	Електричний опір ізоляції ЖДЖ; МОм·км	≥ 10000
3	Електричний опір поліетиленового захисного покриття (шланга); МОм·км	≥ 2000

Основні характеристики ООВ стандарту G.652

Одномодові оптичні волокна, які випускаються згідно Рекомендації G.652 мають дисперсію, яка дорівнює нулю на довжині хвилі 1310 нм (1,31 мкм). Таким чином, ці волокна оптимізовані для роботи в другому вікні прозорості 1,31 мкм. Вони також можуть бути використані в третьому вікні прозорості на довжині хвилі 1,55 мкм, але їх дисперсійна характеристика там не оптимізована. Волокна стандарту G.652 отримали назву стандартних одномодових оптичних волокон.

Діаметр модового поля, мкм	$8,65 \div 9,5$	Похибка концентричності < 1 мкм на $\lambda = 1,31$ мкм
Діаметр оболонки, мкм	125 ± 2	Некруглість оболонки < 2 %
Некруглість оболонки	2 %	
Довжина хвилі відсічки кабелю λ_{CCF} , нм	1260 або 1270	
Коефіцієнт загасання, дБ/км: на $\lambda = 1,31$ на $\lambda = 1,55$	$< 0,5$ $< 0,4$	
Коефіцієнт хроматичної дисперсії σ_{xp} , пс/нм·км $\sigma_{xp} (\lambda = 1288 \div 1339 \text{ нм})$ $\sigma_{xp} (\lambda = 1271 \div 1360 \text{ нм})$	0 для $\lambda = 1,31$ мкм $\leq 3,5$ $\leq 5,3$	
Максимальна крутизна дисперсійної кривої в точці нульової дисперсії, пс/нм ² ·км	$S_{0 \max} = -0,093$	

Основні характеристики ООВ стандарту ITU – Т Рекомендація G.653

Це волокно оптимізовано по дисперсії для $\lambda = 1,55$ мкм. Дисперсія, при цьому, монотонно збільшується зі збільшенням довжини хвилі. Волокно випускається для роботи в діапазоні довжин хвиль 1550 ÷ 1600 нм, але також може бути використане на другому вікні прозорості $\lambda = 1,31$ мкм при деяких обмеженнях.

Діаметр модового поля ($\lambda = 1550$ нм), мкм	$7,8 \div 8,5$	Похибка концентричності < 1 мкм
Діаметр оболонки, мкм	125 ± 2	Некруглість оболонки < 2 %

Довжина хвилі відсічки кабелю λ_{CCF} , нм	1270	Рекомендоване значення
Коефіцієнт загасання, дБ/км: на $\lambda = 1,55$ на $\lambda = 1,31$	$< 0,35$ $< 0,55$	
Максимальна крутизна дисперсійної кривої в точці нульової дисперсії, $\text{пс/нм}^2 \cdot \text{км}$	$S_{0 \max} \leq 0,085$	
Коефіцієнт хроматичної дисперсії, максимальне значення $\sigma_{\text{хр}}$, $\text{пс/нм} \cdot \text{км}$	$\leq 3,5$	λ_0 між 1525 ÷ 1575 нм
Номінальна довжина хвилі нульової дисперсії λ_0 , нм	1550	

Основні характеристики ООВ стандарту ITU – Т Рекомендації G.654

Це волокно оптимізовано по нульової дисперсії для довжини хвилі близько точки 1300 нм, але зі здвинутою довжиною хвилі відсічки кабелю (λ_{CCF}) в діапазон 1,6 мкм. Воно мінімізовано по рівню втрат потужності оптичного сигналу для довжини хвилі $\lambda = 1550$ нм та може бути використане в діапазоні хвиль $\lambda = 1500 \div 1600$ нм.

Діаметр модового поля ($\lambda = 1550$ нм), мкм	10,5	Похибка концентричності < 1 мкм
Діаметр оболонки, мкм	125 ± 2 мкм	Некруглість оболонки $< 2 \%$
Довжина хвилі відсічки волокна λ_{CF} , нм	1600	
Довжина хвилі відсічки кабелю λ_{CCF} , нм	1530	Рекомендоване значення
Коефіцієнт загасання на $\lambda = 1,55$ мкм, дБ/км	$< 0,22$	
Максимальна крутизна дисперсійної кривої в точці нульової дисперсії, $\text{пс/нм}^2 \cdot \text{км}$	$S_{0 \max} \leq 0,07$	Для $\lambda = 1550$ нм
Коефіцієнт хроматичної дисперсії, максимальне значення $\sigma_{\text{хр}}$, $\text{пс/нм} \cdot \text{км}$	20,0	Для $\lambda = 1550$ нм

Основні характеристики ООВ стандарту ITU – Т Рекомендація G.655

Це одномодове оптичне волокно має значення коефіцієнта хроматичної дисперсії більше, ніж деяке мале ненульове значення $\sigma_{\text{хр. min}}$ в усьому діапазоні робочих довжин хвиль. Таке значення хроматичної дисперсії пригнічує зріст

чотирьох хвильового змішування – нелінійного ефекту, який є особливо небезпечним для DWDM – систем. Волокно оптимізоване для використання в діапазоні довжин хвиль 1500 ÷ 1600 нм.

Діаметр модового поля, мкм	10,5	Відхилення < 10 %; Похибка концентричності < 1 мкм
Діаметр оболонки, мкм	125 ± 2	Некруглість оболонки < 2 %
Довжина хвилі відсічки кабелю λ_{CCF} , нм	1480	Найгірше значення 1470
Коефіцієнт загасання на $\lambda = 1,55$ мкм, дБ/км	< 0,35	
Максимальна крутизна дисперсійної кривої в точці нульової дисперсії, пс/нм ² ·км	$S_{0\max} \leq 0,07$	для $\lambda = 1550$ нм
Коефіцієнт хроматичної дисперсії, максимальне значення σ_{xp} , пс/нм·км	от 0,1 до 6,0	в діапазоні 1530 ÷ 1565 нм

Основні характеристики OOB AllWave®

Волокна типу AllWave® сумісні з OOB стандарту ITU – Т Рекомендація G.652 та G.652с.

Ці волокна розроблені компанією OFS та Corning і призначені для використання в діапазоні довжин хвиль 1280 ÷ 1625 нм.

Технічні характеристики

Діаметр модового поля, мкм на $\lambda = 1,31$ мкм на $\lambda = 1,55$ мкм	9,2 ± 0,4 10,4 ± 0,5	Неконцентричність ≤ 0,5 мкм
Діаметр оболонки, мкм	125 ± 0,7	Некруглість оболонки < 2 %
Коефіцієнт загасання, дБ/км: на $\lambda = 1,31$ на $\lambda = 1,383$ на $\lambda = 1,55$ на $\lambda = 1,625$	0,32 ÷ 0,34 0,29 ÷ 0,31 0,19 ÷ 0,21 0,23 ÷ 0,24	
Довжина хвилі нульової дисперсії λ_0 , нм	1302 ÷ 1322	
Максимальна крутизна дисперсійної кривої в точці нульової дисперсії, пс/нм ² ·км	$S_{0\max} \leq$ 0,092	
Довжина хвилі відсічки кабелю λ_{CCF} , нм	≤ 1260	

Лабораторна робота № 3

МОНТАЖ ЛІНІЙНИХ ОПТИЧНИХ КАБЕЛІВ

1 Мета роботи

Метою роботи є ознайомлення з методами прокладки та монтажу оптичних кабелів, підземних і підвісних оптичних кабелів зв'язку.

2 Ключові положення

2.1 Загальні положення

Під час будівництва ВОЛП для зрощування окремих будівельних довжин оптичного кабелю та його підключення до апаратури виконують відповідні монтажні роботи.

Монтаж ОК необхідно розпочинати одразу після закінчення прокладання всіх будівельних довжин оптичного кабелю на ділянці регенерації або більшої їх частини. На міських телефонних мережах після прокладання магістральних, розподільних та з'єднувальних ліній. Монтаж можливо починати тільки після обов'язкового проведення контрольних вимірювань.

Під час приймання оптичного кабелю до монтажу перевіряється:

1. Відповідність проекту довжин регенераційних ділянок (ДР),
2. Правильність групування будівельних довжин на ДР,
3. Достатність технологічного запасу кінців ОК для монтажу муфт (з'єднувальних та кінцевих),
4. Викладання ОК у колодязях кабельної каналізації,
5. Глибина залягання ОК у місцях стику будівельних довжин,
6. Наявність замірних стовпчиків чи тимчасових знаків,
7. Опір ізоляції покриття ОК (за наявності в ньому металевих елементів),
8. Цілісність та коефіцієнт загасання оптичних волокон в оптичному кабелі.

Зрощування окремих будівельних довжин ОК полягає в з'єднанні конструктивних елементів кабелю із захистом місця з'єднання захисною муфтою.

Монтаж та обслуговування ВОЛП найбільш ефективно проводиться при використанні спеціалізованої пересувної лабораторії вимірювання та монтажу оптичних кабелів (ЛВМОК) (рис. 3.1).

Монтаж муфт має проводитися згідно з технологічною картою на монтаж даного типу муфти з урахуванням конструктивних особливостей ОК, який підлягає монтажу.

У разі використання з'єднувальних муфт імпортного виробництва, замовник має передати підрядній організації документацію (українською чи російською мовою) з технології її монтажу і стежити за її дотриманням через свого представника з контролю за виконанням прихованих робіт.

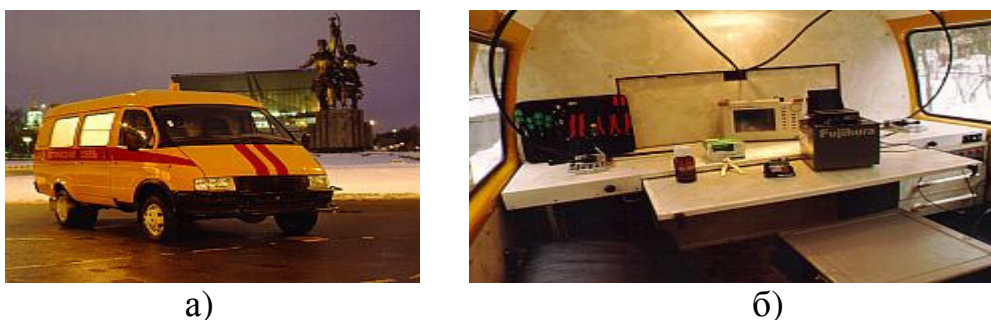


Рисунок 3.1 – а) Лабораторія ЛВМОК; б) Обладнання ЛВМОК

При виконанні монтажних робіт представник замовника контролює якість зварювання ОВ за внесеним загасанням у місці зварювання, правильність заповнення паспорту на муфту, глибину і правильність укладки запасу ОК і муфт у котлованах, оглядових пристроях кабельної каналізації.

2.2 Муфти, які використовуються для монтажу оптичних кабелів

Сучасні муфти, які використовуються для монтажу оптичних кабелів зв'язку мають, як правило, тупикову конструкцію (ввід ОК тільки з однієї сторони муфти, а з іншої сторони корпус заглушено). Прохідна конструкція муфт використовується набагато менше (рис. 3.2).

Комплект МТОК 96-01-1V

1. Кожух.
2. Касета для модулів.
3. Кронштейн.
4. Оголовник.
5. Патрубок для вводу проводів заземлення КВП.
6. Штурець вводу ОК та кріплення броні.
7. Штуцер вводу ОК в розібраному виді.
8. Гайки для закріплення штуцера вводу ОК в середину муфти.
9. Вузол кріплення проводу заземлення КВП.
10. Металева контактна пластина.
11. Ізольююча пластина.
12. Обвід.
13. Пластмасовий хомут.
14. Касета КУ для укладки ОВ.
15. Кришка касети.



Рисунок 3.2 – Деталі муфти МТОК 96-01-1V

Основні вимоги до оптичних муфт:

- монтаж ОК різних конструкцій і конструктивних розмірів;
- монтаж ОК, які прокладаються в різних умовах;
- захист з'єднань ОВ та конструктивних елементів ОК від зовнішніх впливових факторів (ЗВФ);
- зручність монтажу.

Муфти також не повинні зменшувати опір ізоляції та випробувальну напругу захисного шланга ОК, повинні бути стійкими до дії корозійного середовища (нафтопродукти, поверхнево-активні матеріали тощо), сонячного випромінювання, виключати проникання води в муфту в разі пошкодження захисних оболонок ОК, не вимагати технічного обслуговування впродовж дії часу використання (25 років)(табл.3.1).

На сучасному етапі будівництва ВОЛП в Україні використовуються оптичні муфти, які виготовляються рядом заводів і фірм в Росії: «Тусо Electronics Raychem NV» (США); «Reichle + De-Massari» (Швейцарія), Ericsson (Швеція).

Таблиця 3.1 – Основні характеристики оптичних муфт

Параметр	Од. вим.	Значення
1	2	3
Робочий діапазон температур: - експлуатація в землі, в кабельній каналізації, - експлуатація на відкритому повітрі	°C	-40...+50 -60...+60
Стійкість до циклічної зміни температур	°C	Від нижнього до верхнього граничного значення робочої температури
Стійкість до впливу відносної вологості повітря	%	до 100 (при 25 °C)
Стійкість до статичного гідравлічного тиску муфт, які експлуатуються в ґрунті, в кабельній каналізації, на відкритому повітрі	кПа	30
Стійкість до циклічного вморожування в лід та відтавання муфт, експлуатованих у ґрунті, в кабельній каналізації, на відкритому повітрі	Цикли	20
Стійкість до впливу розтягуючого зусилля	Н	450 ¹⁾
Стійкість до впливу вібрації	Гц	10...80
Стійкість до роздавлювання	кН	1
Стійкість до впливу удару	Дж	25

Закінчення таблиці 3.1

1	2	3
Герметичність		Відсутність витікання при надмірному тиску газу 75 кПа
Радіус укладання ОВ: – мінімальний – рекомендований	мм	30 ≥ 37,5
Поперечний перетин елемента з'єднання металевих елементів ОК (з забезпеченням окремих виводів з муфти від металевих елементів конструкції кожного кабелю)	мм ²	≥ 2,5
Умови транспортування: – температура – відносна вологість повітря – тиск	°C % кПа	-50...+50 100 (при 25 °C) 12
Умови збереження: – температура – відносна вологість повітря – тиск	°C % кПа	-50...+40 98 (при 25 °C) 60
Термін збереження	Рік	≥ 1
Термін служби	Рік	≥ 25
Гарантійний термін експлуатації	Рік	≥ 2,5
Примітка. 1). Стійкість до дії розтягуючих зусиль, які прикладено до муфт, призначених для монтажу ОК, що використовується для підводної прокладки і ОК, які прокладають в ґрунтах вічної мерзлоти – не менше 80 % від допустимого розтягуючого зусилля самого ОК		

2.3 Обладнання для монтажу оптичних кабелів

При з'єднанні оптичних волокон можуть виникнути додаткові втрати потужності оптичного випромінювання. На величину додаткових втрат у місці з'єднання ОВ впливають:

- відмінність в діаметрах модових полів ООВ;
- відмінність апертур;
- відмінність діаметрів серцевин і оболонки;
- некруглість серцевини та/або оболонки;
- похибка концентричності серцевини відносно оболонки;
- радіальне, кутове зміщення ОВ та зміщення вздовж оптичної осі;
- забруднення поверхні торців ОВ та неякісні сколи;
- невірний режим зварення ОВ.

Постійні з'єднання ОВ виконуються апаратами з ручним або мікропроцесорним керуванням режимом зварення, що забезпечує високоякісні

характеристики в місці стику як по внесених втратах потужності, так і по механічних показниках з'єднання.

Юстування волокон, які з'єднуються, можуть виконуватися вручну (за допомогою мікрометричних вінтів) або автоматично (за допомогою мікрометричного керування). При ручному юстуванні потрібна висока кваліфікація оператора для забезпечення мінімальних втрат у з'єднанні, особливо, якщо геометрія ОВ, які з'єднуються, різна. В цьому випадку необхідно юстувати серцевини ОВ. Ця операція є дуже трудомісткою.

Є також автоматичні зварювальні апарати. Юстування в них може виконуватись по оболонці або по серцевині.

Якщо в апараті використовують юстування по оболонці, то волокно, як правило, розміщують в V-подібних прецизійних канавках, що забезпечує досить малі втрати, як для багатомодових, так і для одномодових оптичних волокон. Недостатня точність юстування ООВ компенсується вирівнюванням ОВ під час зварювання силами поверхневого натягу. Такі апарати використовуються як допоміжне обладнання при вимірюваннях ОК з ООВ в процесі вхідного контролю, при аварійно-відновлювальних роботах тощо.

Апарати з автоматичним юстуванням по серцевині забезпечують мінімізацію внесених втрат в з'єднанні ООВ. Такі апарати, крім того, можуть здійснювати корекцію ексцентриситету ОВ. В сучасних апаратах цього типу використовується система юстування LID (Local light Injection and Detection – локальне введення випромінювання та його детектування) або PAS (Profile Alignment System – юстування по профілю волокна).

Система LID передбачає вигинання волокон, що зварюються, з малим радіусом, введення в серцевину одного з волокон (через оболонку) оптичного випромінювання, а також знаходження його в серцевині іншого волокна. Це дозволяє виконувати автоматичне юстування для забезпечення найбільшого рівня оптичного сигналу, який пройшов через місце стику. Це добра система, однак під дією сил поверхневого натягу, після зварювання та охолодження, може відбутися зміщення попередньо від'юстованих волокон.

Систему PAS засновано на отриманні відеозображення профілів показника заломлення волокон, що з'єднуються, в двох взаємноперпендикулярних площинах. Мікропроцесор виконує аналіз інтенсивності (яскравості)



відеозображення профілів ОВ, одержує інформацію про їхню структуру та задає при необхідності таке попереднє зміщення одного ОВ відносно іншого, щоб забезпечити сумісність серцевин ОВ з урахуванням можливих зміщень ОВ під дією сил поверхневого натягу (рис. 3.3).

Рисунок 3.3 – Автоматичний апарат для зварювання ОВ типу FSM-505, що працює за системою PAS

Більшість сучасних апаратів для зварювання ОВ мають вбудований контроль якості зварного з'єднання, набір стандартних програм зварювання для ОВ різних типів, пам'ять на декілька сотень виконаних зварювань, вбудований пристрій для нагрівання захисних термоусаджувальних гільз, кольоро-вий рідкокристалічний дисплей тощо. Основні характеристики апаратів для зварювання ОВ різних фірм-виробників наведено в табл.3.2. Один з таких апаратів з відкритою кришкою під час заправлення та зварювання ОВ показано на рис. 3.4.

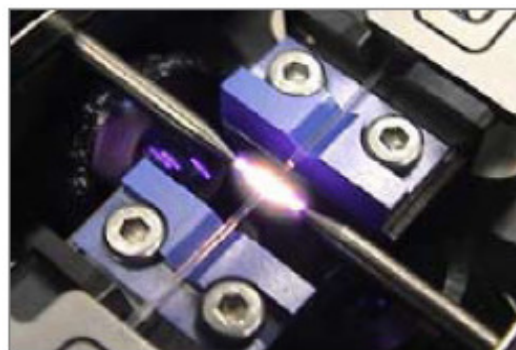


Рисунок 3.4 – Центрування та функціонування зварювального апарата

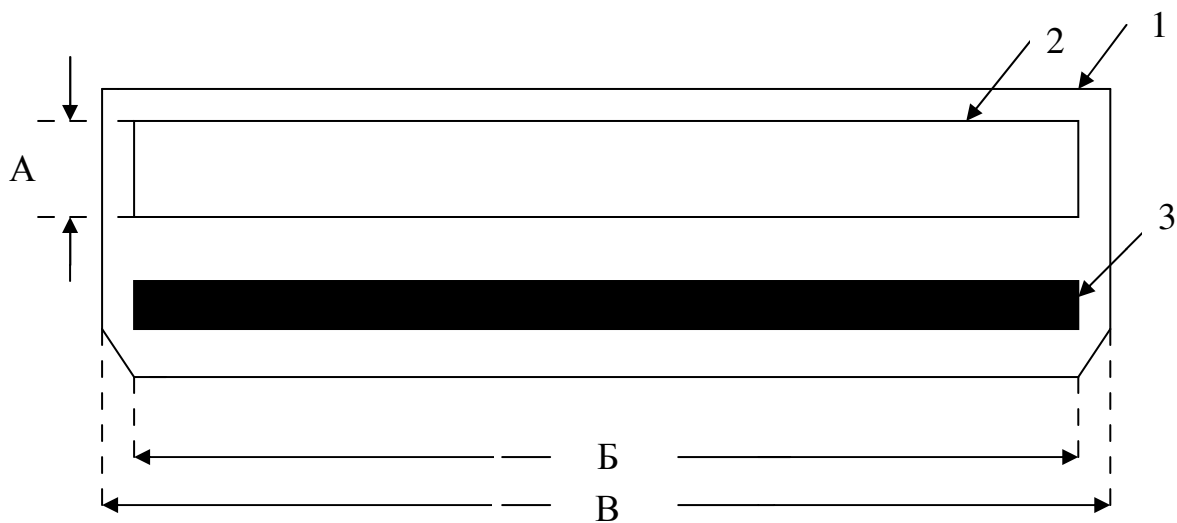
Таблиця 3.2 – Основні параметри апаратів для зварювання ОВ

Виробник	Fujikura (Японія)		Furukaw(Японія)
Марка обладнання	FSM-169	FSM-409	Fitel S 175
Типи ОВ	ООВ, БОВ	ООВ, БОВ	ООВ, БОВ
Середні втрати при з'єднанні, дБ	0.05 – ООВ 0.02 – БОВ	0.02 – ООВ 0.01 - БОВ	0.02 -ООВ 0.01 - БОВ
Система юстування	Автомат, по зовнішній оболонці	Автомат, PAS	Автомат, PAS
Спосіб перегляду стику ОВ	Телекамера та ЖК дисплей 5 дюймів	2 телекамери та ЖК дисплей 5 дюймів	Телекамера та ЖК дисплей 5 дюймів
Збільшення при перегляді	x110	x264 або x132	x264
Збереження результатів зварювання	Останні 300 зварювань	Останні 2000 зварювань	Останні 400 зварювань
Перевірка механічної міцності зварного з'єднання	200	200, 400	200-400
Вбудований нагрівач для термоусаджувальних гільз	+	+	+

Закінчення таблиці 3.2

Вбудований акумулятор 12 В	+	+	+
Зовнішнє електроживлення, В	$\sim 110 \dots 240 = 10,5 \dots 14$	$\sim 110 \dots 240 = 10,5 \dots 14$	$\sim 110 \dots 240 = 10,5 \dots 14$
Маса, кг	3	4,4	6,4

Зварні з'єднання волокон захищають від зовнішніх впливів в основному за допомогою термоусаджувальних гільз. Термоусаджувальна гільза складається з відрізка термоусаджувальної трубки, внутрішньої трубки із сополімерного клею – розплаву і армуючого елемента (проволока із нержавіючої сталі). Цю конструкцію показано на рис. 3.5.



1 – термоусаджувальна трубка; 2 – севіленова трубка;
3 – армуючий елемент

Рисунок 3.5 – Термоусаджувальна захисна гільза

Таблиця 3.3 – Типорозміри термоусаджувальних гільз

А, мм	Б, мм	В, мм
1,2	56	59
1,2	40	42
1,2	18	21

Типовий набір інструментів для розробки ОК та ОВ такий:

- бокорізи для силових елементів (тросокуси);
- стріпер для видалення 250 мкм покриття ОВ(Рис.Д.1);
- стріпер для видалення 900 мкм покриття ОВ(Рис.Д.2);
- роликовий ніж для різання трубки ОМ;
- плужковий ніж для різання оболонки ОК(Рис.Д.3);

- ножиці для нарізування арамідних ниток та стрічок;
- засіб для сколювання ОВ(Рис.Д.4 та Д.5);
- дозатор для спирту;
- пінцети, викрутки, рулетка, маркери;
- пасатижі, ніж, ключі, бокорізи, ножівка по металу;
- витратні матеріали.

3 Підготовка до виконання роботи

У результаті самостійної підготовки до лабораторно-практичної роботи необхідно:

1. Вивчити рекомендовану літературу та дані методичні вказівки.
2. Ознайомитися з типами та конструкцією лінійних оптичних кабелів.
3. Ознайомитися з типами та конструкцією муфт.
4. Ознайомитися з методами монтажу лінійного ОК.
5. Ознайомитися з методами з'єднання ОВ.
6. Підготувати бланк звіту.

4 Обладнання

1. Лінійний оптичний кабель.
2. Оптична муфта.
3. Апарати для зварювання ОВ.
4. Набір інструментів для розробки ОК.
5. Оптичний тестер.
6. Оптичний рефлектометр.

5 Зміст роботи

1. Ознайомитися з принципами роботи апаратури та ЗВТ.
2. Ознайомитися з інструкцією по монтажу оптичної муфти.
3. Підготувати ОК до монтажу.
4. Виконати з'єднання ОК.
5. Виконати монтаж муфти.
6. Провести вимірювання втрат у місці стику ОВ.

6 Зміст звіту

1. Навести характеристики лінійного ОК та муфти.
2. Перелічити послідовність операцій по монтажу муфти.
3. Накреслити схему кріплення ЦСЕ ОК в муфті.
4. Навести значення виміряних втрат в місці з'єднання ОВ. Порівняти з нормами.
5. Навести методи герметизації ОК в муфті.

7 Список літератури

1. КНД 45-141-99. Керівництво щодо будівництва лінійних споруд волоконно-оптичних ліній зв'язку. Керівний нормативний документ. Держкомзв'язку та інформатизації України. – Київ, 1999. - 187 с.
2. Иоргачев Д.В., Бондаренко О.В. и др. Волоконно-оптические кабели. – Одесса, Астропринт, 2000.- 536 с.
3. Макаров Т.В. Будівництво та монтаж волоконно-оптичних ліній передачі. Навчальний посібник. – Одеса, 1998.- с.
4. Корнейчук В.И., Панфилов И.П. Волоконно-оптические системы передачи. Одесса.ОНАЗ, 2001. – 436 с.

Додаток 1

Технічні характеристики лінійних станційних оптичних кабелів

Оптичні кабелі повинні бути стійкими до механічних впливів.

1.1 До розтягуючих зусиль, не менше, кН:

ОКЛ-2-Д; ОКЛБ-2-Д; ОКЛБГ-2-Д.....	2,0
ОКЛ-2-ДА; ОКЛ-2-М; ОКЛБ-2-ДА; ОКЛБ-2-М; ОКЛБГ-2-ДА; ОКЛБГ-2-М.....	3,5
ОКЛ-2-Д2А1.....	7,0
ОКЛ-2-Д3А1; ОКЛК-2-Д4; ОКЛК-2-М4; ОКЛС-2-Д10.....	10,0
ОКЛ-2-Д4А1.....	15,0
ОКЛКК-2-Д6.....	30,0
ОКТ-А (С, Д, АД).....	2,0; 2,7
ОКТ-А(С).....	7,0; 10,0; 15,0
ОКТБГ-А.....	1,0
ОКТБГ-М.....	2,7; 3,5
ОКТК.....	3,5; 7,0
ОКТКК.....	20,0

За вимогою замовника кабелі можуть бути виготовлені з іншими розтягуючими зусиллями.

1.2 До роздавлюючих зусиль, не менше Н/100 мм:

ОКЛ; ОКЛБ; ОКЛБГ; ОКТ; ОКТБГ.....	3000
ОКЛК; ОКЛС; ОКЛКК; ОКТК; ОКТКК.....	5000

1.3 До багаторазових ударів (25 ударів) з початковою енергією, не більше, Дж, для:

ОКЛ; ОКТ.....	10
ОКЛБ; ОКЛБГ; ОКТБГ.....	15
ОКЛК; ОКЛС; ОКТК.....	20
ОКЛКК; ОКТКК.....	30

1.4 До намотування зразка на оправу радіусом не менше 20 діаметрів кабелю (не менше чим 10 циклів)

1.5 До пошкодження при утворенні петлі діаметром, не менше, мм для:

ОКЛ; ОКТ; ОКЛБ; ОКЛБГ; ОКТБГ.....	300
ОКЛК; ОКЛС; ОКТК.....	500
ОКЛКК; ОКТКК.....	800

1.6 Кабелі повинні бути стійкими до низькотемпературного (мінус 30°C) та високотемпературного (плюс 60°C) вигинів з діаметрами, позначеними в пункті 1.5.

Додаток 2

Рисунок Д 1 – Стрипер
для видалення 250 мкм
покриття



Рисунок Д 2 – Стрипер
для видалення 900 мкм
покриття



Рисунок Д 3 – Ніж
для розрізання оболонки ОК



Рисунок Д 4 – Прецизійний
сколювач оптичних волокон



Рисунок Д 5 – Простий сколювач ОВ

Лабораторна робота №4

МОНТАЖ СТАНЦІЙНИХ ОПТИЧНИХ КАБЕЛІВ ТА КІНЦЕВОГО ОБЛАДНАННЯ

1 Мета роботи

Метою роботи є ознайомлення з методами прокладання та монтажу оптичних кабелів у приміщеннях вузлів зв'язку.

2 Ключові положення

2.1 Кросове обладнання

Оптичне кросове обладнання включає в себе ряд пристроїв, до складу яких входять вузли введення, кріплення, комутації, кінцевої зачинки лінійних оптичних кабелів (ОК), та подальшого їх підключення до апаратури оптичних систем передавання (ОСП) і забезпечення контролю характеристик ОК в процесі експлуатації. Більшість видів кросового обладнання різних фірм і заводів можна розділити на дві основні групи:

1. Традиційна конструкція (коли не потрібно часто змінювати конфігурацію з'єднань оптичних волокон (ОВ) в процесі експлуатації).
2. Конструкція з доступом до кожного окремого ОВ (забезпечує можливість швидкої зміни конфігурації схеми з'єднань ОВ в процесі експлуатації).

На сучасних лініях зв'язку України найчастіше використовується кросове обладнання першої групи, обладнання другої групи використовується в основному на оптичних мережах великої ємності, там де є необхідність працювати з окремими ОВ.

Сучасне оптичне кросове обладнання (ODF – Optical Distribution Frame – оптичний розподільний пристрій) виконане, в основному, в формі блока, шафи або стійки, та призначене, переважно, для використання в приміщеннях вузлів зв'язку. Але може також бути встановлене в ґрунтових контейнерах, разом з обладнанням ОСП необслуговуваних регенераційних пунктів (НРП).

Кросове обладнання являє собою конструкцію, до складу якої входять: елементи вводу та кріплення лінійного ОК, елементи фіксації зварних з'єднань ОВ лінійного та станційного ОК. Як станційний ОК найчастіше використовують одноволоконний оптичний шнур, який може бути армований оптичним з'єднувачем з однієї сторони (pigtail) або з обох сторін (patchcord).

Кросове обладнання повинно забезпечувати ряд функціональних вимог, таких як:

- кінцеве підключення ОК, яке не зменшує його характеристик передавання та надійність;
- закріплення силових елементів лінійного ОК;
- викладка запасів довжин ОВ з радіусом вигину не менше 30 мм;

- закріплення (фіксацію) захисних гільз з'єднання ОВ;
- ідентифікатор ОВ та їх перемонтаж в разі необхідності;
- можливість монтажу і перемонтажу кабелів при доступі до них тільки з однієї (фронтальної) сторони;
- розміщення адаптерів оптичних з'єднувачів (типу "гніздо-гніздо") на панелях або стінках кросового обладнання з можливістю доступу до них з обох сторін;
- можливість ідентифікації та переключення оптичних з'єднувачів;
- можливість встановлення оптичних з'єднувачів FC, SC, ST та інших;
- механічний захист та ідентифікація оптичних з'єднувачів та оптичних шнурів що до них підключаються;
- виконання внутрішніх комутацій ОВ (шлейфів) лінійного ОК, який вводиться в кросове обладнання.

Кросове обладнання у виді окремих блоків або стійок використовується, в основному, на великих об'єктах зв'язку, або ж при кінцевій зачинці ОК великої ємності. Якщо це стійки, то скоріш за все кросове обладнання буде займати один поверх (блок) стійки. При цьому лінійний ОК може мати в собі від 12 до 96 ОВ (рис. 4.1).

Кросове обладнання шафного виконання має вид невеликих коробок (шафчиків), які мають механізми для закривання (замки) та можуть бути встановлені на стінах приміщень. Використовуються на невеликих об'єктах зв'язку та в офісних приміщеннях. У деяких випадках вони мають вологозахисне виконання (рис 4.2).



Рисунок 4.1 – Оптичне кросове обладнання великої ємності

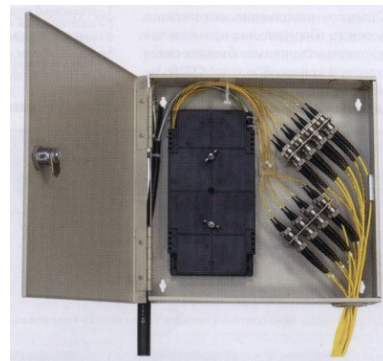


Рисунок 4.2 – Оптичне кросове обладнання шафного типу

Кросове обладнання включає:

- елементи вводу ОК;
- касети та конструктивні елементи для розміщення стиків ОВ і запасів довжини лінійного ОК та одноволоконних оптичних шнурів типу pigtail;
- панель комутації з адаптерами оптичних з'єднувачів для з'єднання оптичних шнурів типів pigtail і patchcord;
- конструктивні елементи для розміщення запасів довжин одноволоконних оптичних шнурів типу patchcord (рис 4.3).

- 1 – вузол кріплення ОК;
 2 – кабельний канал;
 3 – направляюча, яка запобігає зламу ОК;
 4 – кріплення адаптера оптичного з'єднувача;
 5 – касета для розміщення зростків та запасів довжин оптичних волокон;
 6 – трикутник кріплення до каркасу стійки;
 7 – відділ для розміщення ОМ;
 8 – вхід;
 9 – вихід.

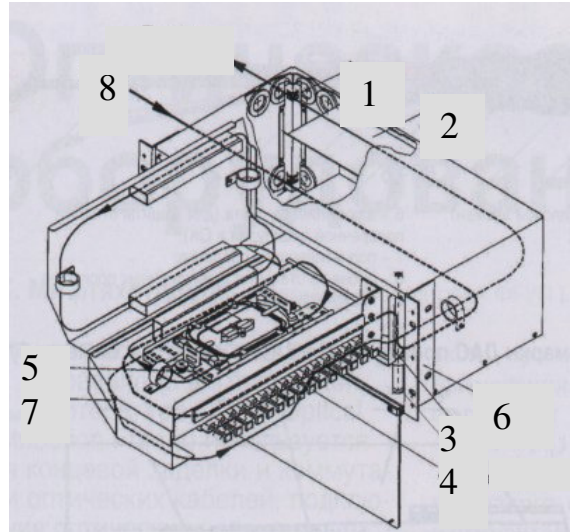


Рисунок 4.3 – Оптичне кросове обладнання

2.2 Оптичні шнури

На вузлах зв'язку як станційні кабелі використовують два типи оптичних шнурів:

- армовані оптичними з'єднувачами на обох кінцях (patchcord);
- армовані оптичним з'єднувачем на одному кінці (pigtail).

Шнури типу patchcord застосовуються для з'єднання оптичного кінцевого обладнання з апаратурою ОСП, для комутації оптичних волокон, а також для вимірювань.

Шнури типу pigtail застосовуються, в основному, для кінцевої зачинки ОВ лінійних ОК. Як шнури pigtail можуть використовуватись і комутаційні з'єднувальні шнури patchcord, які розрізано на дві частини.

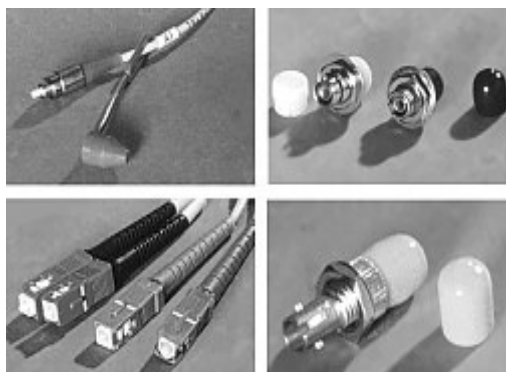


Рисунок 4.4 – Оптичні різніми та адаптери

В оптичних шнурах використовують, в основному, одноволонні ОК із зовнішнім діаметром від 0,9 до 3,0 мм. Для локальних оптичних мереж використовують дуплексні (здвоєні) ОК. В останній час збільшується обсяг використання шнурів pigtail, виконаних на основі ОВ з додатковим зовнішнім буферним покриттям (діаметром до 900 мкм) (рис.4.4).

Оптичні шнури відрізняються типом і кількістю використовуваних в них ОВ, типами з'єднувачів та видом їх поліровки, діаметром і довжиною ОК. Шнури відрізняються кольором оболонки кабелю:

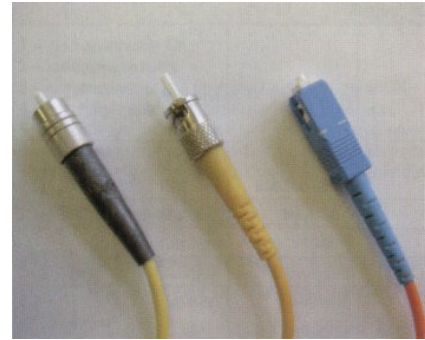
- жовтий колір – з одномодовим ОВ;
- червоний або сірий – з багатомодовим ОВ.

Для армування оптичних шнурів використовують роз'ємні оптичні з'єднувачі різних типів, які дозволяють проводити їх багаторазове з'єднання/роз'єднання (до 500...1000 разів) без видимого погіршення оптичних характеристик. Найчастіше використовуються з'єднувачі типів FC, SC, ST. Менше – з'єднувачі FDDI, DIN, E2000 тощо.

Основою конструкції роз'ємних оптичних з'єднувачів є система “втулка – гільза”. Діаметр втулки 2,499 мм практично для всіх з'єднувачів. Якщо втулка виготовлена з кераміки, вона більш надійна та менше стирається, ніж пластмасова або з нержавіючої сталі. Останні два матеріали використовують для з'єднувачів, які застосовуються в локальних мережах передачі даних.

Різні типи оптичних з'єднувачів відрізняються конструкцією корпусу (рис. 4.5):

- FC (Fiber Connection);
- SC (Subscriber Connector);
- ST (Straight Tip);
- FDDI (Fiber Distributed Data Interface);
- DIN (Digital Interface Network).



Оптичні з'єднувачі відрізняються величиною вношуваних втрат та затуhamням зворотного відбиття.

Рисунок 4.5 – Оптичні шнури, армовані з'єднувачами FC, SC, ST

Вношувані втрати потужності оптичного з'єднувача залежать від:

- похибки геометрії ОВ;
- різниці коефіцієнтів заломлення ОВ;
- забруднення поверхні торців ОВ, які з'єднуються;
- неточності юстування ОВ один відносно другого;
- присутності повітряного зазору між волокнами, які з'єднуються.

Величина зворотного відбиття з'єднувача, в основному, залежить від виду шліфування торців. Для з'єднувачів використовуються такі види шліфування:

- плоске шліфування (без аббревіатури в позначенні з'єднувача);
- шліфування PC (Physical Contact – фізичний контакт), який має різновидності:
 - 1) SPC (Super Physical Contact – суперякісний фізичний контакт);
 - 2) UPC (Ultra Physical Contact – ультраякісний фізичний контакт);
- шліфування APC (Angle Physical Contact – кутовий фізичний контакт).

При плоскому шліфуванні між торцями волокон, які з'єднуються, завжди є повітряний зазор, який виникає за рахунок мікроскопічних нерівностей торців. При цьому величина зворотного відбиття складає величину близько 15 дБ. Тому таке шліфування використовується тільки для з'єднувачів в локальних оптичних мережах на основі багатомодових ОВ.

Шліфування PC виконується на торцевій поверхні оптичної втулки в виді частини сфери, що виключає повітряний зазор в місці з'єднання. Загасання відбиття – не менше 40 дБ. Покращене шліфування поверхні SPC, UPC

забезпечує загасання відбиття приблизно 50...55 дБ. При багаторазовому з'єднанні (роз'єднанні в таких з'єднувачах зворотне відбиття погіршується до значення, типового для стандартного шліфування РС за рахунок появи мікроподрипин на шліфованій поверхні (рис.4.6).

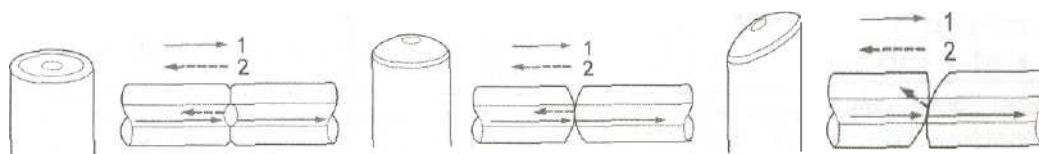


Рисунок 4.6 – Шліфування поверхні

Шліфування APC забезпечує зворотне відбиття не гірше 60 дБ за рахунок натиску контактної поверхні на кут приблизно 8° від перпендикуляра до осі ОВ. З'єднувачі APC застосовуються в оптичних лініях аналогових і високошвидкісних цифрових систем передачі.

Крім вище перелічених використовуються також мініатюрні оптичні з'єднувачі SFF (Small Form Factor), LC, MT-RJ, VF-45, Opti-Jack, MU. В них використовують втулки зменшеного діаметра 1,249 мм та корпуса, як в з'єднувачах SC або RJ – 45, який є стандартним для структурованих кабельних мереж (рис. 4.7).



Рисунок 4.7 – Мініатюрний оптичний з'єднувач типу SFF

2.3 З'єднання лінійного та станційного оптичних кабелів

При виконанні введів лінійних ОК в об'єкти зв'язку дана операція, виконується через приміщення для вводу кабелів (кабельна шахта).

У приміщенні для вводу кабелів, розміщуються кабельний щиток та станційна муфта. Металеві конструктивні елементи лінійних ОК повинні бути підключені до заземлення через кабельний щиток за допомогою мідного провідника з площею поперечного перетину не менше ніж 4 мм^2 . Підключення виконується через перемички, які знімаються, або клемний щиток (щиток КВП). Це дає можливість підключати до металевих елементів лінійного кабелю трасопошукові прилади контролю опору ізоляції між бронею і землею.

Лінійний оптичний кабель з'єднується з об'єктовим ОК, який повинен бути підключений до оптичного кінцевого пристрою (оптичного кросу). Об'єктовий ОК не має металевих конструктивних елементів, а зовнішня оболонка повинна бути з матеріалу, який не розповсюджує горіння. До сьогодні можлива прокладка лінійного ОК до кінцевого кабельного пристрою, якщо його розміщують в трубі з матеріалу, який не розповсюджує горіння (сталь, полівініл-хлорид, металорукав). В цьому випадку на металевому бронепокритті необхідно виконати кільцевий розрив на довжині 100...150 мм. Лінійна сторона

бронепокрову мідним провідником з $S \geq 4 \text{ мм}^2$ підключається до кабельного щитка заземлення через перемички, що знімаються. Станційна сторона бронепокрову в оптичному кінцевому пристрої підключається до кінцевого потенціаловирівнюючого провідника, або, в разі його відсутності, до клема захисного заземлення (рис. 4.8).

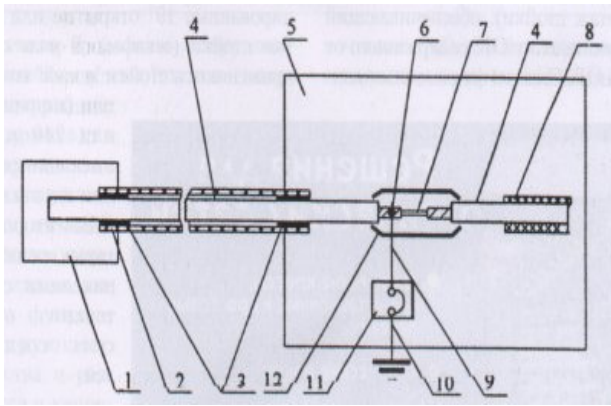


Рисунок 4.8 – Схема введення ОК в приміщення вузла зв'язку

- 1 – станційний колодязь;
- 2 – канал кабельної каналізації;
- 3 – вузол герметизації кабельного каналу;
- 4 – ОК;
- 5 – приміщення вводу кабелів;
- 6 – металеві конструктивні елементи ОК;
- 7 – станційний ОК;
- 8 – муфта або шафа вологозахисної конструкції;
- 9 – провід заземлення;
- 10 – провід заземлення;
- 11 – клемний щиток.

2.4 Особливості прокладання і монтажу станційних оптичних кабелів

Одна з основних вимог до станційних ОК, які прокладаються в технологічних приміщеннях об'єктів зв'язку, це прокладання цілих відрізків оптичних кабелів, захисна оболонка яких не повинна розповсюджувати горіння, між точками підключення від станційної муфти до кінцевого пристрою.

Не допускається прокладання станційних ОК над поверхнями, які нагріваються, а також над і під маслопроводами і трубопроводами для горючої рідини.

У технологічних приміщеннях об'єктів зв'язку (шахта, крос, лінійно-апаратний цех (ЛАЦ)) ОК прокладається по існуючих металевих кабельростах із подальшою “прошивкою”. В ЛАЦ, де на кросі прокладається ОК, і можливим є пошкодження кабелю при виконанні інших робіт, рекомендується встановити окремий кабельрост або захисний жолоб.

Оптичні кабелі одного призначення, які прокладаються по одній трасі, як правило, повинні формуватися в кабельні пакети (за винятком прокладання по конструкції типу “решітка”). При прокладанні по жолобах кабельні пакети або окремі ОК мають укладатися симетрично осі жолоба. Кабельні пакети або окремі кабелі не повинні перехрещувати один одного у площині жолоба, а в місцях перехрещення мають укладатися на різних рівнях по висоті на відстані не менше ніж 30 мм один від одного. При великій ємності лінійного ОК на проміжних і кінцевих пунктах ВОСП в технологічних приміщеннях монтується розгалужувальна муфта або шафа, де лінійний ОК розгалужується на кілька станційних ОК меншої ємності. Далі такі станційні ОК подаються у ввідно-кабельний пристрій, де відбувається з'єднання оптичних волокон станційного

ОК з станційними оптичними шнурами методом зварювання. Кожне ОВ кабелю з'єднується зі станційним оптичним шнуром з роз'ємом на другому кінці (pigtail). Для монтажу ввідно-кабельного пристрою необхідно передбачити технологічний запас станційного ОК довжиною не менше ніж 5 м.

Схему організації оптичного кросу показано на рис. 4.9.

- 1 – станційна муфта;
- 2 – оптичний розподільний щит;
- 3 – модуль розподільного щита;
- 4 – станційний ОК;
- 5 – оптична кросова панель (бокс);
- 6 – модулі (розгалужувачі, перемикачі, мультиплексори);
- 7 – короб для оптичних кабелів та шнурів;
- 8 – оптичні з'єднувальні шнури;
- 9 – обладнання ОСП.

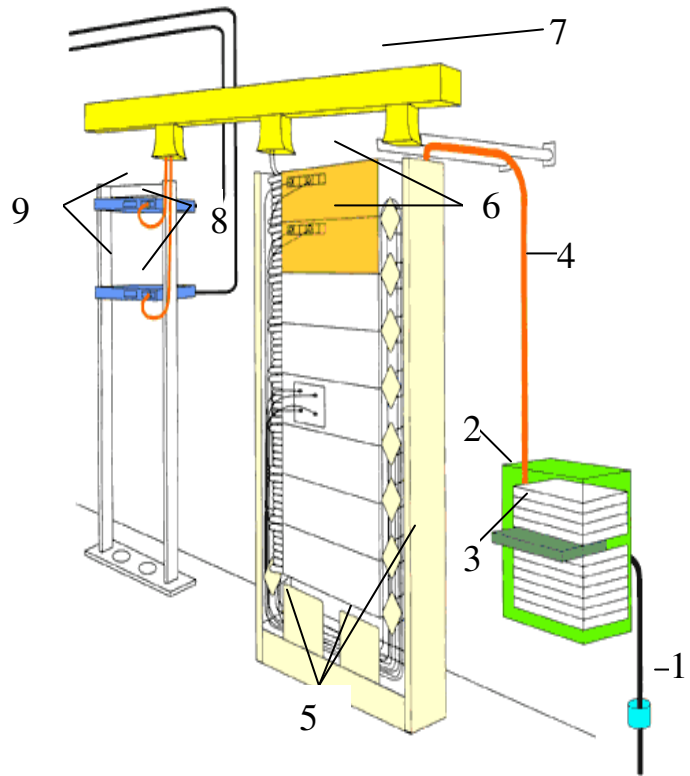


Рисунок 4.9 – Схема організації оптичного кросу

3 Підготовка до виконання роботи

У результаті самостійної підготовки до лабораторної роботи необхідно:

1. Вивчити рекомендовану літературу.
2. Ознайомитись з методами прокладання станційних оптичних кабелів або одноволоконних оптичних шнурів по кабельростах та решітках з прошивкою, в жолобах.
3. Ознайомитись з методами монтажу або перемонтажу одноволоконних оптичних шнурів типу pigtail в кінцевому кросовому обладнанні (згідно з завданням викладача).
4. Ознайомитись з методами монтажу станційних оптичних муфт.
5. Підготувати бланки звітів.

4 Обладнання

1. Одноволоконні оптичні шнури типів pigtail або patchcord.
2. Кінцеве кросове обладнання шафного або блочного виконання.
3. Обладнання для зварювання оптичних волокон.
4. Захисні гільзи для монтажу ОВ.

5. Станційний оптичний кабель.
6. Пристосування для монтажу оптичних кабелів та оптичних шнурів.

5 Зміст роботи

1. Провести прокладання станційних оптичних кабелів або одноволоконних оптичних шнурів по решітках, кабельростах в жолобах.
2. Виконати монтаж або перемонтаж одноволоконних оптичних шнурів типу pigtail в кросовому обладнанні.
3. Виконати з'єднання двох одноволоконних оптичних шнурів або станційного ОК і оптичного шнура, методом зварювання.
4. Захистити місце зварювання за допомогою захисної гільзи.
5. Викласти запаси довжин оптичного волокна станційного ОК або оптичного шнура.
6. Виконати ідентифікацію ОВ станційного ОК або оптичного шнура.

6 Зміст звіту

1. Навести технічні характеристики станційного ОК та оптичного шнура.
2. Накреслити кросове обладнання та підключення станційного ОК та оптичних шнурів.
3. Накреслити схему прокладання станційного ОК та оптичних шнурів.
4. Накреслити схему з'єднання лінійного і станційного ОК в станційній оптичній муфті, з підключенням металевих елементів лінійного ОК.
5. За завданням викладача виміряти втрати потужності в місці зварного з'єднання оптичних волокон.

7 Список рекомендованої літератури

1. Волоконно-оптические кабели. Иоргачев Д.В., Бондаренко О.В., и др. – Одесса: Астропринт, 2000. – с.
2. КНД 45-141-99. К.: Держкомзв'язку та інформатизації України, 1999.
3. Макаров Т.В. Будівництво та монтаж волоконно-оптичних ліній передачі: Учебний посібник. – Одеса, 1998.
4. Корнейчук В.И. Измерение параметров компонентов и устройств ВОСП. Учеб. пособие. – Одесса: ОНАЗ, 2000. – 323 с.

Лабораторна робота №5

ПРИЙНЯТТЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ЛІНІЙ ПЕРЕДАВАННЯ

1 Мета роботи

Ознайомлення з основними положеннями про прийом в експлуатацію лінійних споруд, закінчених будівництвом ВОЛП.

2 Ключові положення

Закінчені будівництвом лінійні споруди ВОЛП приймаються в експлуатацію Державними приймальними комісіями в установленому порядку.

До початку роботи Державної приймальної комісії, лінійні споруди ВОЛП повинні бути перевірені та прийняті призначеними замовником робочими комісіями, які встановлюють ступінь готовності лінійних споруд до прийому в експлуатацію. Якщо приймаються ЛС ВОЛП, при будівництві яких застосовувалась технологія, яка освоюється вперше, тоді прийом має проводитись незалежно від того чи відповідають параметри ВОЛП нормативним показникам, за умови, що всі роботи виконано відповідно до затвердженого проекту.

Підрядні та супідрядні організації повинні подати робочим комісіям виконавчу документацію на ЛС ВОЛП (в одному примірнику), затверджену керівником будівельної організації та підписану особами, відповідальними за достовірність наведених у документації даних.

Виконавча документація на закінчені будівництвом ЛС міжміських ВОЛП (первина мережа) має складатися з:

1. Титульного аркуша виконавчої документації.
2. Паспорта траси у складі:
 - титульного аркуша паспорта;
 - робочої документації проекту в повному обсязі, одержаної від замовника робіт, скоригованої у відповідальності з роботами, виконаними в дійсності;
3. Паспорта на регенераційні ділянки у складі:
 - протоколу оптичних вимірювань;
 - протоколу вимірювань потенціалів на металевій оболонці кабелю (якщо вони передбачені в конструкції кабелю) за необхідності захисту від корозії, передбаченої проектом;
 - протоколу електричних вимірювань жил дистанційного живлення (ЖДЖ), (за їх наявності в конструкції ОК).
4. Монтажною документацією у складі:
 - титульного аркуша;
 - паспортів на змонтовані муфти;

– двосторонніх актів на додаткові муфти з обґрунтуванням причин їх установки.

5. Робочої документації у складі:

- титульного аркуша;
- заводських паспортів на будівельні довжини ОК;
- протоколів входного контролю будівельних довжин ОК;
- укладальних відомостей будівельних довжин ОК;
- актів на приховані роботи (прокладання ОК, захисних тросів, улаштування переходів через автошляхи, залізниці та водні перешкоди, будівництво НРП, улаштування заземлення, будівництво кабельної каналізації).

Робочі комісії мають перевірити:

1. Виконавчу документацію на комплектність, повноту змісту та якість виконання.

2. Відповідність об'єктів проектам.

3. Відповідність виконання будівельно-монтажних робіт вимогам відповідних будівельних норм, правил, інструкцій тощо.

4. Підготовленість об'єктів до експлуатації, враховуючи заходи щодо забезпечення умов праці у відповідності з вимогами правил охорони праці і виробничої санітарії, захисту навколишнього середовища.

5. Провести вимірювання загасання ОВ оптичного кабелю на збудованих ВОЛП для підтвердження даних, які вказані в паспортах на ОК. Вимірювання здійснюється будівельною організацією спільно з представниками замовника (або групи з експлуатації ВОЛП).

6. Вибірково перевірити (за бажанням робочої комісії) коефіцієнт загасання та витрати на зварних з'єднаннях ОВ.

7. Провести вимірювання електричного опору та електричної міцності ізоляції ЖДЖ та опору ізоляції захисних покриттів ОК (за наявності металевих елементів в ОК).

Додаткові роботи, не передбачені проектом і робочою документацією, не можуть бути причиною затримки прийняття закінчених будівництвом ЛС ВОЛП.

Якщо з вини замовника робіт несвоєчасно поставлено технологічне обладнання або енергозабезпечення тощо, закінчені будівництвом ЛС ВОЛП можуть бути прийняті на відповідальне збереження та технічне обслуговування експлуатаційною організацією згідно з актом робочої комісії за умови їх відповідності проекту і наявності виконавчої документації, складеної в повному обсязі.

З моменту підписання акту робочою комісією замовник несе відповідальність за збереження всіх ліній споруд ВОЛП, прийнятих і включених до актів робочих комісій.

Будівельно-монтажні роботи, виконані з відхиленням від проекту або неузгоджені замовником і проектною документацією, а також з відхиленням від вимог НД, можуть бути прийняті робочою комісією лише за умов, що вказані відхилення не зменшують надійності і строку служби ЛС ВОЛП.

У випадках, коли проектом будівництва чи реконструкції ВОЛП передбачається перемикання існуючих ліній зв'язку на ВОЛП, що вводиться в експлуатацію, це дозволяється виконувати лише після затвердження акта

прийому робіт по побудованій ВОЛП. При цьому в акті Державної приймальної комісії має бути встановлено строк перемикання.

В разі не прийняття робіт Державна приймальна комісія має скласти обґрунтований висновок із зазначенням причин відмови від прийому та подати його органам, які призначили цю комісію.

Експлуатація споруд (або їх частин), які не прийняті Державною приймальною комісією, не дозволяється.

2.1 Приймально-здавальні вимірювання

Після виконання всіх будівельно-монтажних робіт на регенераційній ділянці (елементарній кабельній секції) будівельною організацією разом з представниками замовника мають проводитись приймально-здавальні вимірювання. До них відносяться перевірка цілісності оптичних волокон в ОК та визначення загальних і розподільних оптичних втрат, вимірювання опору ізоляції захисної оболонки ОК на елементарній кабельній секції (ЕКС).

Даний комплекс вимірювань використовується на ВОЛП, швидкість яких не більше ніж 2,5 Гбіт/с, на ЕКС, яких не має активного обладнання (електричних або оптичних підсилювачів) або пасивних оптичних елементів (розгалужувачі, відгалужувачі, атенюатори, тощо).

Вимірювання загасання оптичним тестером проводять для всіх ОВ у двох напрямках. Вимірювання оптичним рефлектометром проводять вибірково за рішенням замовника (до 20 % ЕКС) або 100 %, якщо ВОЛП працює на швидкості передавання 155 Мбіт/с і більше.

При вимірюванні ЕКС, яка використовує одномодові ОВ, вимірювання повинно проводитись на двох довжинах хвиль (1310 нм та 1550 нм).

До складу приймально-здавальних вимірювань входять такі роботи:

- організаційно-технічні роботи;
- організація робочого місця;
- підготовка волоконно-оптичних компонентів та засобів вимірювальної техніки (ЗВТ);
- вимірювання оптичними тестерами внесених втрат;
- вимірювання оптичним рефлектометром втрат на місці зварювання ОВ, кілометричного загасання ОВ, перевірка на відсутність дефектів ОВ;
- вимірювання опору ізоляції захисної оболонки ОК, якщо в ньому є металеві елементи.

Ці роботи виконує комплексна бригада в складі:

- інженер першої категорії – 1 людина;
- інженер другою категорії – 1 людина;
- монтажник зв'язку – спаювальник 6 розряду – 1 людина;
- монтажник зв'язку – спаювальник 5 розряду – 1 людина.

Для вимірювання згасання ОК можна використати метод внесених втрат, при якому необхідно мати оптичний тестер, додаткові шнури, світловодні з'єднувачі.

Для визначення базового рівня оптичної потужності необхідно з'єднати вимірювач потужності і джерело випромінювання оптичного тестера за допомогою шнура світловодного з'єднувального (ШЗЗ)(див. рис. 5.1).

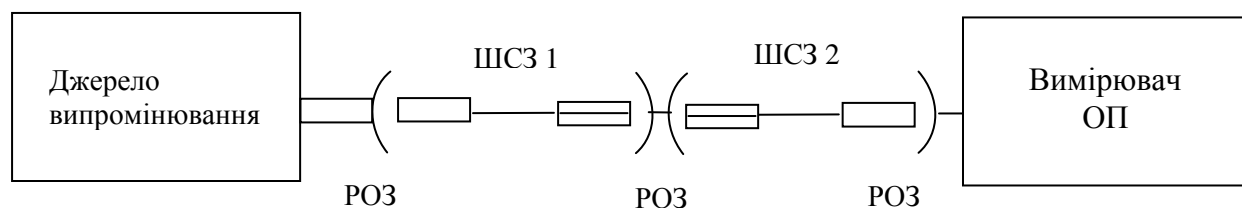


Рисунок 5.1 – Схема вимірювання втрат за допомогою оптичного тестера

Виміряне значення базового рівня повинно бути зафіксоване в децибелах або в ватах та використане далі як опорне. Не змінюючи з'єднання ШЗЗ з джерелом випромінювання та вимірювачем ОП, включити вимірюваний ОК в розрив ШЗЗ 1 та ШЗЗ 2 за допомогою розеток ОК–ОК. Протягом всього процесу проведення вимірювань втрат, що вносяться, позиційне переміщення ШЗЗ 1 та ШЗЗ 2 має бути зведене до мінімуму, а радіуси їхніх вигинів мають бути не менше, ніж 60 мм.

Максимальне допустиме розрахункове значення витрат, що вносяться, визначається:

$$\dot{A}_\delta = (\alpha \cdot L + (0,3 \cdot N) + \alpha_{\delta_\zeta} \cdot 4), \text{ дБ},$$

де $\dot{A}_\delta$ – розрахункове значення максимально допустимого загасання;

α – максимальне значення коефіцієнта згасання ОК, згідно з ТУ;

0,3 – номінальне значення витрат в з'єднанні ОВ–ОВ (для багатомодових волокон);

N – кількість з'єднаних ОВ;

α_{pz} – максимальне значення витрат, внесених роз'ємним оптичним з'єднувачем.

$$A_p \geq A_n,$$

де A_n – виміряне значення витрат n -го волокна оптичного кабелю, який перевіряється.

Таблиця 5.1 – Орієнтовний перелік інструментів і приладів, необхідних для монтажу і вимірювання оптичного кабелю (з розрахунку на одну бригаду)

№ п/п	Найменування	Кількість
1	Зварювальний апарат для з'єднання ОВ	1
2	Оптичний рефлектометр	1
3	Комплект приладів для вимірювання загасання ОВ: – оптичний тестер, або: – оптичний випромінювач, – оптичний фотоприймач	2 1 1
4	Оптичний ідентифікатор ОВ	2
5	Оптичний телефон	2
6	Комплект ШСЗ з різними типами роз'ємних з'єднувачів	1
7	Комплект переносних радіостанцій	1
8	Кабельний прилад для вимірювання електричних параметрів металевих елементів ОК	1
9	Комплект інструментів для розробки ОК	2
10	Комплект інструментів для розробки ОВ	2
11	Комплект інструментів для монтажу муфт на ОК	2

3 Ключові питання

- 3.1 Які види вимірювань ЛС ВОЛП Ви знаєте?
- 3.2 Які комісії приймають ЛС ВОЛП в експлуатацію? Порядок їх дій.
- 3.3 Які параметри ОК вимірюють при прийомі ЛС ВОЛП?
- 3.4 Які ЗВТ використовують при приймально-здавальних випробуваннях?
- 3.5 Якими методами вимірюється загасання ОК?
- 3.6 Як вимірюють опор ізоляції захисного шланга?
- 3.7 Норми на параметри ОК.
- 3.8 Які обсяги випробувань виконують при прийомі ЛС ВОЛП в експлуатацію?
- 3.9 На яких довжинах хвиль проводять випробування?

4 Домашнє завдання

4.1 За рекомендованою літературою до лабораторної роботи і методичними даними ознайомитись з:

- видами та призначенням вимірювань волоконно-оптичного кабелю;
- принципами дії та правилами користування оптичними тестерами і оптичним рефлектометром.

4.2 Визначити похибки вимірювань параметрів ОК при використанні різних методів випробувань.

4.3 Підготуватися до відповідей на ключові питання.

5 Лабораторне завдання

5.1 Підготувати бухту оптичного кабелю для вимірювання оптичних та електричних характеристик ОК.

5.2 Підготувати ЗВТ та допоміжні елементи (ШЗС, електричні шнури, допоміжні прилади).

5.3 Виміряти загасання ОК на двох довжинах хвиль.

5.4 Виміряти опір ЖДЖ, опір ізоляції ЖДЖ.

5.5 Виміряти опір захисної оболонки (шлангу) ОК, якщо це можливо.

5.6 Порівняти одержані результати з нормою для даного ОК. В разі розбіжностей значень параметрів обґрунтувати її.

6 Засоби вимірювальної техніки

У роботі використовуються оптичні тестери ОМКЗ–76 на різні довжини хвиль, оптичний рефлектометр «Горизонталь» або аналогічний, шнури світловодні з'єднувальні (ШЗС), армовані оптичними роз'ємними з'єднувачами, шнури електричні, прилад кабельний переносний ПКП–4 (ПКП–5) або їх сучасні аналоги.

7 Зміст протоколу

7.1 Принципові схеми вимірів.

7.2 Дані вимірів α , R_0 , R_{i3} .

7.3 Порівняння результатів вимірів з нормою.

7.4 Розрахунок α для даного типу кабелю на $\lambda_p = 1310$ нм та $\lambda_p = 1550$ нм.

7.5 Розрахунок R_0 та R_{i3} ЖДЖ.

8 Список літератури

Основна

1. Строительство кабельных сооружений связи. Барон Д.А. и др.: – Справочник. – М.: Радио и связь, 1988.– 768 с.

2. Волоконно-оптические кабели. Иоргачев Д.В., Бондаренко О.В. и др. – Одесса: Астропринт, 2000.

Додаткова

1. КНД 45–141–99. Керівництво щодо будівництва лінійних споруд волоконно–оптичних ліній зв'язку. Керівний нормативний документ держкомзв'язку та інформатизації України. – К., 1999. – 188 с.

ДОДАТОК 1

Форма титульного аркуша виконавчої документації**Виконавча документація на закінчені будівництвом
лінійні споруди волоконно-оптичних ліній зв'язку**

Об'єкт _____
 Підрядчик _____
 Період будівництва: початок _____ закінчення _____
 Виконавча документація складена _____
 _____ (дата)
 Головний інженер підрядчика _____
 _____ (підпис)
 Відповідальний виконавець _____
 _____ (посада, підпис)

ДОДАТОК 2

Форма титульного аркуша робочої документації

РОБОЧА ДОКУМЕНТАЦІЯ
 Волоконно-оптичної лінії зв'язку
 на регенераційній ділянці
 ОРП _____ ОРП _____
 магістралі _____

Головний інженер організації підрядчика _____
 _____ (прізвище, підпис)
 Відповідальний виконавець _____
 _____ (прізвище, підпис)

ДОДАТОК 3

Форма титульного аркуша монтажної документації

МОНТАЖНА ДОКУМЕНТАЦІЯ
Волоконно-оптичної лінії зв'язку
на регенераційній ділянці
ОРП _____ ОРП _____
магістралі _____

Марка кабелю _____
Довжина траси, км _____
Довжина кабелю, км _____
Рік прокладання _____
Дата комплектування документації _____

Головний інженер організації підрядчика _____
(прізвище, підпис)
Відповідальний виконавець _____
(прізвище, підпис)

ДОДАТОК 4

Форма акта на приховані роботи з прокладання оптичних кабелів зв'язку та захисних дротів

АКТ

на приховані роботи з прокладання оптичних кабелів зв'язку та захисних дротів

Об'єкт _____	Траса кабелю між населеними
Підрядчик _____	пунктами _____
Ділянка _____	Дата _____

Ми, що далі підписалися, представник технічного нагляду замовника

_____ (посада, прізвище, ім'я та по батькові)

та представник підрядчика _____

(посада, прізвище, ім'я та по батькові)

зробили огляд виконаних робіт з прокладання ОК та захисних дротів і виявили:

1 Прокладений кабель марки _____ виробництва _____

від _____ до _____ протяжністю _____ км.

2 Спосіб прокладання _____

(кабелеукладачем, вручну)

3 Глибина прокладання за проектом _____ м, фактична не менш як _____ м.

4 Технологічний запас ОК для монтажу муфт _____ м.

5 Виконані переходи через ґрунтові дороги _____

_____ (вказати спосіб прокладання кабелю на переході)

6 Виконані переходи через малі річки та струмки _____

7 Проведено захист кабелю цеглою (залізобетонними плитами) на ділянці _____ загальною протяжністю _____ м.

8 Виконано роботи з улаштування "постелі" (з привізного піску, м'якого ґрунту) на ділянці _____ в обсязі _____

9 Кабель прокладено «змійкою» на ділянках _____

10 Прокладено захисні дроти марки _____ від _____ до _____ загальною протяжністю _____ км на глибині _____ м.

11 Зрощування захисних дротів виконано способом _____

12 Встановлені замірні стовпчики, маркери на кутах, переходах, кінцях захисних дротів _____ в кількості _____ шт.

Роботи виконано в період з _____ до _____ згідно з робочою документацією та діючими правилами.

Представник технічного нагляду замовника _____ (підпис)

Представник підрядчика _____ (підпис)

ДОДАТОК 5

**Форма акта на приховані роботи з улаштування переходів
через залізниці та автомобільні дороги**

АКТ

на приховані роботи з улаштування
переходів через залізниці та автомобільні дороги

Об'єкт _____
Ділянка _____

Дата _____

Ми, що підписалися нижче, представник технічного нагляду замовника

(посада, прізвище, ім'я та по батькові)

та представник підрядчика _____

(посада, прізвище, ім'я та по батькові)

зробили огляд виконаних робіт з улаштування переходів і виявили:

1 Загальні дані

Місце переходу, номер креслення	Споруда, що перетинається	Характеристика труб				Спосіб виконання робіт	Примітка
		матеріал	діаметр, мм	довжина, м	кількість каналів		

2 Перевірка прохідності каналів _____

3 Покриття труб бітумною смолою на перехрещеннях електрифікованих доріг _____

4 Спосіб замурування стиків труб _____

5 Встановлення стовпчиків біля кінців труб _____

6 Відновлення відкосів, кюветів _____

7 Замурування кінців труб _____

Роботи виконано згідно з робочою документацією проекту і діючими
правилами.

Оцінка виконаних робіт _____

Представник технічного нагляду замовника _____
(підпис)

Представник підрядчика _____
(підпис)

ДОДАТОК 6

**Форма акта на приховані роботи з будівництва кабельної
каналізації – прокладання трубопроводів**

АКТ

на приховані роботи з прокладання
оптичних кабелів зв'язку та захисних дротів

Об'єкт _____
Підрядчик _____
Ділянка _____

Найменування населеного
пункту _____
Дата _____

Ми, що нижче підписалися, представник технічного нагляду замовника

_____ (посада, прізвище, ім'я та по батькові)

та представник підрядчика _____

(посада, прізвище, ім'я та по батькові)

зробили огляд виконаних робіт з прокладання трубопроводів кабельної каналізації згідно з робочими кресленнями № _____ по вул. _____ від колодязя № _____ (будинок № _____) до колодязя № _____ (будинок № _____) і виявили:

1 Загальні дані

Ділянка між колодязями	Довжина прольоту, м	Характеристика труб			Кількість каналів	Кількість стиків	Примітка
		Матеріал	Довжина, м	Внутрішній діаметр, мм			

2 Спосіб з'єднання стиків труб _____

3 Глибина закладання підосви блока _____

4 Просвіти між трубами зашпаровані _____

5 Якість замурування стиків труб _____

6 Прохідність каналів _____

Роботи виконано згідно з робочою документацією та діючими правилами.

Представник технічного нагляду замовника _____
(підпис)

Представник підрядчика _____
(підпис)

ДОДАТОК 7

Форма акта на приховані роботи з будівництва НРП**АКТ**

на приховані роботи з будівництва НРП

Об'єкт _____

Підрядчик _____

Ділянка _____

Траса кабельної лінії _____

НРП _____

Дата _____

Ми, що нижче підписалися, представник технічного нагляду замовника

(посада, прізвище, ім'я та по батькові)

та представник підрядчика _____

(посада, прізвище, ім'я та по батькові)

зробили огляд виконаних робіт з будівництва НРП та виявили:

1 Місце встановлення НРП відповідає робочим кресленням проекту _____

2 Основу під контейнер (корпус) виконано з _____

3 Анкерування контейнера виконано за допомогою анкерів і тяжів із _____

4 Гідроізоляція (протикорозійне покриття) пошкоджень не має.

5 Анкери, тяжі, хомути, закладні деталі захищені від корозії _____
(вказати спосіб)

6 _____

7 _____

Роботи виконано згідно з робочою документацією та діючими правилами.

Представник технічного нагляду замовника _____
(підпис)Представник підрядчика _____
(підпис)

ДОДАТОК 8

**Форма відомості укладання будівельних
довжин оптичного кабелю****ВІДОМІСТЬ**
укладання будівельних довжин

Оптична лінія зв'язку _____

Регенераційна ділянка _____

Марка ОК _____

Порядковий номер прокладання	Номер барабана	Довжина кабелю
1		
...		
9		

Відомість склав _____ підпис _____

Дата _____

ДОДАТОК 9

Форма паспорта на змонтовану муфту оптичного кабелю

ПАСПОРТ

на змонтовану муфту № _____

Оптична лінія зв'язку _____

Регенераційна ділянка _____

Станція А: _____ Станція Б: _____

Мірні позначки ОК на вводі в муфту:

Станція А: _____ Станція Б: _____

Модель рефлектометра _____ серійний номер _____

Модель зварювального апарата _____ серійний номер _____

Втрати на зрощуванні

Номер		Колір		$A_{зр\ A-B}, \text{дБ}$ $\lambda = 1310 \text{ нм}$	$A_{зр\ B-A}, \text{дБ}$ $\lambda = 1310 \text{ нм}$	$A_{зр\ серед}, \text{дБ}$ $\lambda = 1310 \text{ нм}$	$A_{зр\ A-B}, \text{дБ}$ $\lambda = 1550 \text{ нм}$	$A_{зр\ B-A}, \text{дБ}$ $\lambda = 1550 \text{ нм}$	$A_{зр\ серед}, \text{дБ}$ $\lambda = 1550 \text{ нм}$
ОМ	ОВ	ОМ	ОВ						

Опір ізоляції зовнішньої поліетиленової оболонки становить у напрямі:

_____ мОм, _____ мОм.

Монтаж муфти виконав: _____

(прізвище)

(підпис)

Вимірювання зрощувань виконав: _____

(прізвище)

(підпис)

Представник замовника: _____

(прізвище)

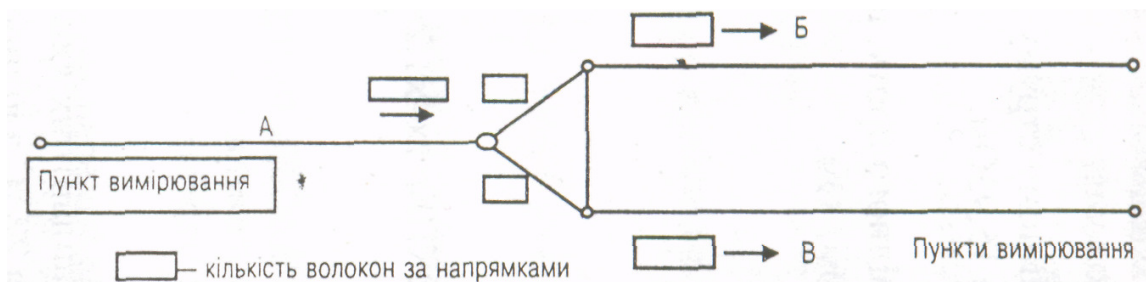
(підпис)

Дата _____

Форма паспорта на змонтовану розподільну оптичну муфту

№ _____ типу _____

Магістраль _____ ВОЛП № _____



Напрям		А	Б	В
Марка кабелю				
Метражне маркування	на вході кабелю до муфти			
	на вході трубки до контейнера			
	на вході кабелю до трубки			

Монтажний підрозділ _____
 Монтажники 1 _____ 2 _____ 3 _____

№ мод. / № ОВ	Колір мод.	Колір ОВ	№ мод. / № ОВ	Колір мод.	Колір ОВ	Загасання у зрощення, дБ		Примітки	
						у напрямі			Середнє значення
						→	→		
Ділянка А _____			Ділянка Б _____			А–Б	Б–А		
Кабель А			Кабель Б						
Ділянка А _____			Ділянка В _____			А–В	В–А		
Кабель А			Кабель В						
Ділянка Б _____			Ділянка В _____			Б–В	В–Б		
Кабель Б			Кабель В						

Вимірювання виконувалися приладами:

1

_____ (марка приладу, завод, №, довжина хвилі, коефіцієнт заломлення)

2

Відповідальний за монтаж

Представник БМУ

Представник замовника

(посади)

(підписи)

(прізвища, імена, по батькові)

ДОДАТОК 10

Форма протоколу вхідного контролю оптичного кабелю

ПРОТОКОЛ
вхідного контролю ОК

Марка ОК _____

№ барабана _____ Фізична довжина ОК, м _____
 Модель рефлектометра _____ Серійний № _____
 Коефіцієнт заломлення _____ Тривалість імпульсу _____

Колір		№ ОВ	Довжина хвилі 1310 нм			Довжина хвилі 1550 нм	
ОМ	ОВ		Оптична довжина ОВ, м	Загасання, дБ/км		Оптична довжина ОВ, м	Загасання, дБ/км
				за паспортом	фактичне		
		1					
		2					
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
		24					

Опір ізоляції зовнішньої поліетиленової оболонки становить:
 _____ МОм.

Вимірювання загасання виконав: _____
 (прізвище) (підпис)

Представник замовника: _____
 (прізвище) (підпис)

Дата _____

ДОДАТОК 11

**Форма протоколу оптичних вимірювань на регенераційній
ділянці волоконно-оптичної лінії зв'язку**

ПРОТОКОЛ
оптичних вимірювань на регенераційній ділянці

Оптична лінія зв'язку _____

Регенераційна ділянка _____

Станція А: _____

Станція Б: _____

Вимірювальні прилади _____ серійний № _____

Номер		Колір		A _{А-Б} , дБ		A _{Б-А} , дБ	
ОМ	ОВ	ОМ	ОВ	λ = 1310 нм	λ = 1550 нм	λ = 1310 нм	λ = 1550 нм

Примітка. Максимальне загасання регенераційної ділянки, дБ:

$$A = [aL + (0,1 \cdot N) + 0,4 \cdot 2],$$

де a – максимальне значення коефіцієнта загасання на даний ОК, дБ/км;

L – оптична довжина кабелю, км;

0,1 – номінальне значення загасання в місці зварювання для ОМ ОВ (для БМ ОВ – 0,3), дБ;

N – кількість зрощувань ОВ на регенераційній ділянці;

0,4 – загасання в роз'ємних з'єднувачах, дБ.

Представник підрядчика: _____ (прізвище) _____ (підпис)

Представник замовника: _____ (прізвище) _____ (підпис)

Дата _____

ДОДАТОК 12

Форма протоколу електричних вимірювань на регенераційній ділянці волоконно-оптичної лінії зв'язку**ПРОТОКОЛ**
електричних вимірювань на регенераційній ділянці

Оптична лінія зв'язку _____

Регенераційна ділянка _____

Довжина кабелю _____

Вимірювальні прилади _____

Номер жили	Колір жили	Опір ізоляції мідних жил, МОм	Випробування електричної міцності, кВ
1			
...			
4			

Опір ізоляції захисного покриття _____

Вимірювання здав: _____ підпис: _____

прийняв: _____ підпис: _____

Дата: _____