

Ім'я користувача:
приховано налаштуваннями конфіденційності

ID перевірки:
1015596442

Дата перевірки:
14.06.2023 10:28:29 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Library

Дата звіту:
14.06.2023 10:30:16 EEST

ID користувача:
100011372

Назва документа: ТКс - 24. Егей Олександр

Кількість сторінок: 50 Кількість слів: 9102 Кількість символів: 65345 Розмір файлу: 358.10 KB ID файлу: 1015245294

31.3% Схожість

Найбільша схожість: 23.8% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1015227442)

Пошук збігів з Інтернетом не проводився

31.3% Джерела з Бібліотеки 50

Сторінка 52

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 161

ВСТУП

Сучасний розвиток суспільства визначається швидким розвитком інформатизації. Це пов'язано з необхідністю отримання, оброблення та передачі значних об'ємів даних, з високими швидкостями на великі відстані. До інформаційних мереж висуваються все більш високі вимоги по пропускній здатності та їх гнучкості. Необхідна смуга пропускання на одного абонента з кожним роком зростає завдяки таким чинникам: зростає популярність додатків WorldWideWeb та кількість електронних банків інформації, які стають доступними для широких мас населення. Зниження цін на персональні комп'ютери (ПК) стимулює зростання числа домашніх ПК, кожен з яких потенційно може перетворитися на пристрій, що здатний підключитися до мережі Internet. Крім цього нові мережеві додатки стають все більш вимогливими щодо смуги пропускання - входять в практику різноманітні програми Internet орієнтовані на мультимедія і відіоконференц зв'язок, коли одночасно відкривається дуже велика кількість сесій передачі даних. Як результат, спостерігається різке зростання в споживанні ресурсів Internet – за оцінками середній обсяг потоку інформації в розрахунку на одного користувача у світі збільшується в 8 разів щороку.

Справлятися з ростом обсягів переданої інформації на рівні мережевих магістралей можна лише залучаючи волоконно –оптичні системи передачі. І постачальники зв'язку при побудові сучасних інформаційних мереж використовують переважно оптичні кабельні. Це стосується як побудови протяжних телекомунікаційних магістралей, так і локальних обчислювальних мереж. Оптичне волокно в даний час вважається найдосконалішим фізичним середовищем для передачі інформації.

Сьогодні волоконна оптика застосовується практично у всіх завданнях, пов'язаних з передачею інформації. Стало допустимим підключення робочих станцій до інформаційної мережі з використанням волоконно-оптичного міні кабелю. Однак, якщо на рівні настільного ПК волоконно-оптичний інтерфейс

лише починає витісняти інтерфейс, що використовувався раніше, то при побудові магістральних мереж давно стало фактом безумовне панування оптичного волокна. Комерційні аспекти оптичного волокна також говорять на його користь - волокно виготовляється з кварцу, тобто на основі піску, запаси якого дуже великі.

Велику цікавість являє застосування оптичних кабелів в системах керування виробничими процесами, особливо в умовах сильних електромагнітних завад. На фоні активного розвитку мережі зв'язку в Україні існують певні проблеми: використання застарілого лінійного обладнання та кабельних споруд, динамічне зростання об'єктів користування та обміном інформацією, вимоги зі сторони користувачів щодо введення нових видів послуг. Ці три фактори спричиняють необхідність побудови нової інформаційно-транспортної мережі, яка б задовольнила вимоги щодо пропускної здатності, введення нових видів послуг та введення в дію нового обладнання, яке могло б працювати без модернізації певний тривалий період, зберігаючи при цьому основні вимоги по задоволенню потреб споживачів.

Згідно вище сказаного в даній дипломній роботі розглянуто можливість та необхідність побудови оптоволоконної лінії на ділянці Львів – Буськ – Броди.

1 АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ БУДІВНИЦТВА КАБЕЛЬНОЇ МАГІСТРАЛІ

Волоконно – оптичні системи передачі (ВОСП) – це сукупність апаратури, оптичних пристроїв і оптичних кабелів (ОК), що використовуються на волоконно-оптичних лініях передачі, на основі і при допомозі яких, створюються, передаються і обробляються оптичні сигнали.

Завдання індивідуального проектування ВОСП полягає в забезпеченні видовжених або підсилювальних ділянок, або збільшення швидкості передачі інформації при збереженні заданих критеріїв якості сигналів за рахунок покращення деяких пристроїв ВОСП, наприклад, передавального оптичного модуля, або розробці нових оптичних волокон (ОВ) або ОК та інших компонентів ВОСП, що визначаються індивідуальним завданням на проектування.

На сьогоднішній день в Україні нові магістральні, внутрішньо - зонові і міжстанційні лінії зв'язку будуються лише з використанням оптичних кабелів. З використанням ОК розвиваються локальні кабельні мережі і мережі кабельного телебачення, обчислювальних, банківських і внутрішньо - об'єктових систем. Достатньо широке застосування ОК здійснюється на мережах широкосмугового абонентського доступу. Великі роботи по будівництву ВОСП проводять також оператори мобільного зв'язку. Перехід операторів мобільного зв'язку на технологію 3G характеризується стрімким ростом об'ємів інформації що передається. Задоволення необхідності в більшій пропускній здатності на момент реалізації проекту, а також подальше стратегічне планування вказують на необхідність використання на транспортних мережах апаратури спектрального розділення каналів (CWDM і DWDM).

Необхідність в оптичних кабелях в Україні в останні роки різко зростає. Тенденція росту буде продовжуватися і майбутньому. При цьому ємність (число оптичних волокон) оптичних кабелів зростає. Так, якщо в 2010р. найбільшим попитом користувалися 16 – волоконний кабель, то в 2012 – 2014роках частіше стали використовуватися 24-, 32-,48 – волоконні

кабелі. Попит на ОК з більшою кількістю оптичних волокон продовжує рости. Відповідно, в умовах інтенсивного росту інформаційних технологій особливу актуальність набувають питання проектування, будівництва і технічної експлуатації ВОСП.

В даній дипломній роботі розглянуто проект будівництва оптичної магістралі Львів – Броди. Львів – обласний центр, одне з найбільших міст заходу України, з густою мережею шосейних шляхів і авіаліній, з населенням понад 750тисяч чоловік. У Львові діють заводи, фабрики, підприємств побутового обслуговування населення, велика кількість вищих навчальних закладів, науково – дослідницьких інститутів, коледжів. Інтенсивно розширюється торгівельна мережа.

Броди – районний центр Львівської області, один з промислових та торгівельних центрів області. На околиці міста проходить магістральна дорога Київ – Львів, проходить залізно дорожня траса. В місті є консервний завод, швейна фабрика, яка постачає готову продукцію за кордон і великі міста України, а також меблева фабрика, підприємства побутового обслуговування населення, педагогічний коледж. Важливе місце в промисловій галузі міста займає нафто перекачувальна станція нафтопроводу «Дружба».

Будівництво оптичної магістралі Львів – Броди є необхідним, тому що:

- існуючі кабельні магістралі, з використанням кабелів з провідникових матеріалів були побудовані в кращому випадку у 70 – 80 роках минулого століття і строк їх служби в межах 25-30 років (на межі їх фізичного зношування);
- кількість потоку інформації з розвитком сучасних інформаційних систем та мереж значно збільшився і знаходиться або на межі або вже перевищує пропускну їх здатність;- існуючі магістралі з оптичних кабелів потребують резервних, дублюючих, запасних, обхідних шляхів для спрямування інформаційних потоків у разі пошкоджень чи аварій на них.

Метою даного дипломного проекту є організація зв'язку між двома містами з використанням оптичного кабелю. Виконання проекту починається з вибору траси. Для цього необхідно, використовуючи карту України або атлас

автомобільних доріг, розглянути можливі варіанти прокладання траси. Вибір траси визначається, передусім, розміщенням пунктів, між якими повинен бути забезпечений зв'язок. При цьому необхідно враховувати такі питання:

- траса, по можливості, повинна бути найкоротшою;
- перетинати найменшу кількість перешкод, які ускладнюють та підвищують вартість будівництва;
- максимальне застосування механізації при будівництві;
- створення умов для найбільш зручного обслуговування та експлуатації лінії;
- мінімальні затрати по здійсненню захисту лінії від пристроїв силового струму і атмосферної електрики.

Тому вибір траси можна поділити на два етапи. На першому етапі роботи, отримавши картографічні матеріали, вивчаючи природні умови районів проходження траси по архівним матеріалам, існуючим проектам шосейних і залізничних доріг, трубопроводу та інших інженерних споруд, траса яких співпадає з напрямком проектованої магістралі. Можливі варіанти траси попередньо позначаються на картах.

Другий етап роботи охоплює дослідження безпосередньо по місцевості, метою яких являється уточнення профілю траси, позначеній при попередніх пошуках по картах. На цьому етапі уточнюються місця розташування регенераційних пунктів (РП), виробляються попередньо узгоджені напрямки траси на інших проектних рішеннях із зацікавленими організаціями, звіряються необхідні дані про лінії електропередач, повітряного зв'язку, трубопроводів та інших споруд, що наближені до проектованої траси. При перетині з водними перешкодами переходи вибираються в тих місцях в яких річка має найменшу ширину, де немає скелястих і кам'янистих ґрунтів, заторів льоду та інше. Бажано щоб береги річки в місцях переходу не були обривистими.

Відстань між основними і резервними переходами, а також від мостів шосейних і залізничних доріг повинна бути не менше 300м.

Прокладання траси Львів – Броди можливе в трьох напрямках:

- 1) Львів – Кам'янка – Бузька – Радехів – Броди;

- 2) Львів – Буськ – Броди;
- 3) Львів – Золочів - Броди;

Проаналізуємо довжину кожної траси і кількість перешкод на кожній трасі.

Таблиця 1 – Варіанти прокладання траси

Траса	1	2	3
Довжина траси, км	137	102	113
Перетин з річкою, кількість	24	8	10
Перетин з залізною - дорожнім полотном	2	2	1
Перетин з автошляхами	14	21	20

Довжина траси і кількість перетинів з різними перешкодами в першому варіанті є найбільші, при прокладанні траси в цьому напрямку вона проходить через не густонаселені райони. Третій варіант прокладання також не є оптимальним через велику кількість перешкод та віддаленість від шосейних доріг. Отже, прокладання кабельної лінії Львів – Буськ – Броди є найбільш перспективною, економічно вигідною та забезпечує збереження ресурсів.

2 ВИБІР МАРКИ КАБЕЛЮ

2.1 Вибір типу кабелю

Кабель оптичний - це фізичний медіум, що складається з певної кількості оптичних волокон оточених спільною захисною оболонкою, та використовується для передачі світлового потоку. Конструкція складається з одного або кількох ізольованих один від одного оптичних волокон (оптоволокну), захищених оболонкою. Окрім жил та ізоляції може містити екран, силові та інші конструктивні елементи.

Оптичне волокно складається з:

- 1) ядра (серцевини);
- 2) оптичної оболонки;
- 3) захисного покриття;
- 4) буферного покриття (опціонально).

Основні конструктивні елементи оптичного волокна (ОВ) наведені на рис.1



Рисунок 2.1 – Структура оптичного волокна

Кожне волокно складається з ядра і оболонки, які утворюють хвилеводну систему.

Ядро (серцевина) – виготовляється зі скла або пластику. Кількість мод, які передаються хвилеводом, залежить від діаметру серцевини. Захисна оболонка збільшує міцність волокна, поглинає удари, створює додатковий захист волокна від впливу навколишнього середовища. Такі буферні оболонки, як правило,

бувають багат шаровими, виготовляються з пластику і мають товщину від 250 до 900 мкм.

Розміри волокна в загальному випадку визначаються зовнішніми діаметрами його ядра, оболонки та захисної оболонки. Захисну оболонку завжди видаляють при з'єднанні волокон.

Типові конструкції волоконно – оптичних кабелів :

Міжнародна електротехнічна комісія розділила усі волоконно – оптичні кабелі на ряд основних типів:

- для безпосереднього прокладання в ґрунт;
- для прокладання в колекторах і трубах;
- для повітряного прокладання (кабелі з несучим тросом);
- для підводного прокладання;
- для внутрішньо - об'єктового прокладання;
- для міжоб'єктового зв'язку;
- **МОНТАЖНІ**;
- для спеціальних цілей (відрізняються від звичайних виробів загального призначення наявністю особливих вимог, що викликані особливостями їх експлуатації в спеціальних галузях техніки або кліматичних зон);

Крім цього, оптичні кабелі розрізняють :

- за матеріалом оптичного волокна: з кварцу, багатокомпонентного скла, кварцу в поєднанні з полімером, полімерні;
- за профілем показника заломлення: ступінчасті та градієнтні;
- за кількістю типів хвиль (одномодові та багатомодові)
- з струмопровідними жилами та без них;
- екрановані та не екрановані;

Проте всі різноманіття існуючих типів кабелів можна поділити на три основні групи:

кабелі повивної скрутки;

кабелі з фігурним сердечником;

плоскі кабелі стрічкового типу.

Кабелі повивної скрутки мають традиційну повивну конструкцію сердечника по аналогії з електричними кабелями (рис.2). Кожний наступний повив сердечника в порівнянні з попереднім має на шість волокон більше. Відомі такі кабелі переважно з такою кількістю волокон 7,12, 19.

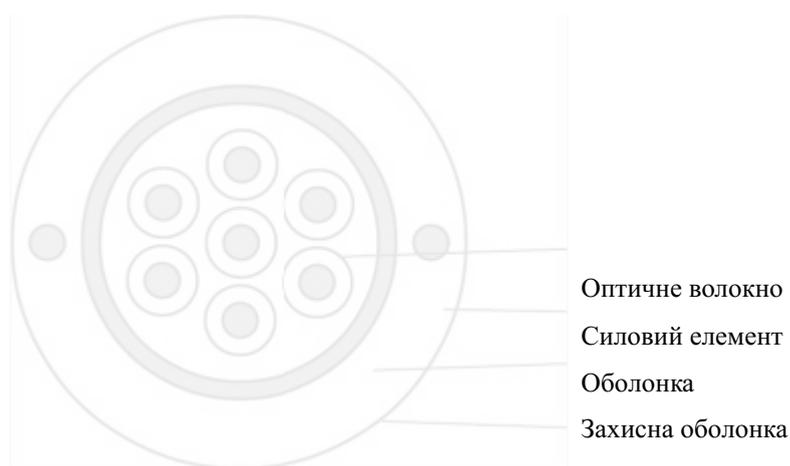


Рисунок 2.2 - Конструкція кабелю повивної скрутки

Кабелі другої групи мають в центрі фігурний пластмасовий сердечник з пазами, в яких розташовуються оптичні волокна (модуль). Пази і відповідно волокна розташовуються по гелікоїді, і тому вони не зазнають поздовжньої дії на розрив. Такі кабелі можуть містити 4,6,8 і 10 волокон. Якщо необхідні кабель великої ємності, то застосовується декілька таких первинних модулів.

Кабелі стрічкового типу складається із стопки плоских пластмасових стрічок, в які вмонтовано певне число волокон. Переважно в стрічці розташовується 12- ти волоконні, а число стрічок складається 6-8-12. При 12 стрічках такий кабель може містити 144 волокна. Найбільшого поширення отримав кабель другої групи з фігурним сердечником. Такі кабелі виготовляються в країнах Західної Європи, Україні. В США застосовують в основному кабелі стрічкового типу.

В оптичних кабелях крім оптичних волокон, як правило мають місця наступні складові елементи:

- силові (підсилюючі) стержні, що приймають на себе поздовжнє навантаження на розтяг;
- наповнювачі у вигляді суцільних пластмасових ниток;
- армуючі елементи, що підвищують стійкість кабелю при механічних діях;

Зовні захисні оболонки, запобігають від проникнення вологи, парів шкідливих речовин і внутрішніх механічних впливів.

В Україні виготовляють різні типи і конструкції оптичних кабелів. Для організації багатоканального зв'язку застосовуються, в основному, чотирьох і восьми волоконні оптичні кабелі.

Конструкція оптоволоконного кабелю ОК- 8 складається з восьми оптичних волокон, розташованих навколо силового стержня, із високо стійких пластмас. Волокна двохшарові в захисному покритті діаметром 50-125-500 мкм. Зовні пластмасова оболонка. Діаметр кабелю 15 мм, вага 140 кг/км; загасання 1-5 дБ/км; смуга пропускання 500 МГц.

Одномодові оптичні кабелі марок ОКЛ-01, ОКЛ-02, ОКЛС-01, ОКЛС-03, ОКЛК-01, ОКЛБ-01, ОКЛАК-01 призначені для прокладання в кабельній каналізації, трубах, блоках, колекторах, по мостах і в шахтах, ґрунтах усіх категорій ручним і механізованим способами й експлуатації на внутрішньо зонових і магістральних лініях зв'язку.

Кабелі мають наступну конструкцію:

ОКЛ-01 - має центральний силовий елемент зі склопластикового стрижня, навколо якого вбудовані оптичні модулі з одномодовими, оптичними волокнами, заповнені гідрофобним заповнювачем, поверх сердечника накладена поліетиленова захисна оболонка.

ОКЛ-02 - тієї ж конструкції, але з центральний силовий елемент зі сталевого тросу.

ОКЛБ-01 має ЦСЕ зі склопластикового стержня, навколо якого скручені ОМ. Поверх сердечника накладена проміжна поліетиленова оболонка, броня зі сталевих стрічок і захисна поліетиленова оболонка.

Таблиця 2 - Характеристики кабелів марок ОК

Позначення кабелю	Кільк. ОВ	Коеф. згасання дБ/км	Дисперсія пс/(нк·км) не більше	Кіл. жил	мідних ДЖ, шт	Зовнішній Ø, мм	Максимальна маса 1 км кабелю, кг
ОКЛ-01-0,3/ /3,5-4(8,16)	4;8;16	до 0,3	3,5	немає	Ø1,2мм	10,8±1,0	90,0
ОКЛ-02-0,3/ /3,5-4(8,16)	4;8;16	до 0,3	3,5	немає		12,4±1,2	134,0
ОКЛС-03- 0,3/3,5-4(8)	4;8	до 0,3	3,5	немає		16,8±2,0	277,0
ОКЛБ-010,3/ /3,5-4(8)/4	4;8	до 0,3	3,5	4		18,4±2,0	440,0

Основний інформаційно - технічний параметр кабелю - це є його загальна пропускна здатність, яка визначається кількістю оптичних волокон, та пропускною здатністю одного оптичного волокна. Пропускна здатність одного оптичного волокна залежить від частоти передачі (довжини) хвилі та типу ОВ.

Обмежуючим пропускну здатність фактором є наявність явища дисперсії, яке залежить від типу ОВ, частоти (довжини хвилі) та довжини регенераційної ділянки. Оскільки даний проект присвячений побудові міжміської кабельної магістралі то вибираємо кабель з одномодовими (ОМ) оптичними волокнами, кількість яких задана у завданні. Спираючись на кількість робочих ОВ вибираємо загальну кількість ОВ у кабелі. Як правило, при побудові мережі використовуються резервні запасні шляхи передачі інформаційного потоку і при наявності двох гілок в мережі, по кожній з них передається 50% загального потоку, а в разі пошкодження однієї гілки, весь потік спрямовується по справній гілці. Враховуючи це, загальна кількість ОВ в кабелі повинна бути щонайменше

вдвічі більша від кількості робочих волокон. Окрім того повинен бути невеликий запас, щонайменше в один оптичний модуль, кількість ОВ в якому – 4. Виконавши такий попередній розрахунок загальної кількості ОВ в ОК, можливих до використання ОК вибираємо такий, що є сертифікований в Україні до використання. Вибір проводимо аналізуючи данні, що наведені в таблиці 2.

При виборі звертаємо увагу на тип ОВ, величину загасання в ОВ на певній довжині хвилі, кількість ОВ. Кількість ОВ у вибраного кабелю має бути не меншою від визначеної мінімальної кількості ОВ і може бути більшим на 2-4 ОВ, (але не більше). Спочатку вибираємо базову модель ОК, тобто конструкцію осердя кабелю без врахування типу зовнішніх та захисних покриттів, будова яких місцем та способом прокладання ОК. Необхідно враховувати те що хоча і допускається використання різних кабелів, проте в межах однієї регенераційної ділянки можна використовувати кабель лише одного виробника. Прокладання кабелю може здійснюватися різними способами. При прокладанні кабелю безпосередньо у ґрунті використовується броньований кабель (як правило гофрована металева трубка, або сталеві стрічки). При прокладанні ОК в захисному пластмасовому трубопроводі (ЗПТ) кабель не має броньованих захисних покриттів. Основний спосіб прокладання визначається замовником будівництва (в ґрунті чи ЗПТ). Слід відмітити, що прокладання кабелю в ЗПТ користується такими перевагами:

- вартість броньованого кабелю (при прокладанні безпосередньо в ґрунті) більша за вартість неброньованого кабелю плюс вартість ЗПТ;
 - при прокладанні неброньованого кабелю в ЗПТ він більш захищений від механічних пошкоджень;
 - при прокладанні кабелю в ЗПТ є можливість заміни кабелю, без виконання складних та об'ємних земляних робіт;
 - при прокладанні кабелю в ЗПТ можливі варіанти, коли на окремих ділянках кабельних магістралей, наприклад, переходів через авто або залізо дорожні шляхи можливими є використання інших типів (окрім ЗПТ) захисних пристроїв, наприклад, азбестоцементних труб та броньованих кабелів.
- Таким чином, для даної мережі виберемо кабель типу ОКЛ- ОМ – 18.

2.2 Основні конструктивні параметри вибраного кабелю

1. Визначаємо кількість оптичних волокон (ОВ) в кабелі. Загальна кількість ОВ – $N_{ОВЗ}$ – визначається наступним чином: подвоюється кількість робочих волокон виходячи з необхідності резервування робочих кіл та враховуючи перспективи розвитку плюс кількість оптичних волокон в одному оптичному модулі – $N_{ОВМ}$.

$$N_{ОВЗ} = 2 \cdot N_{ОВР} + N_{ОВМ} \quad (2.1)$$

Оскільки в цій формулі поки що не визначена кількість ОВ в одному оптичному модулі, то попередньо її можна прийняти 2 або 4 або 6. Тобто попередньо можна прийняти середнє значення 4.

2. Визначаємо кількість ОВ в одному ОМ, виходячи з отриманого значення $N_{ОВЗ}$ та з прийнятою базовою моделлю, в якому максимальна кількість оптичних модулів – 6. Найбільш розповсюджена кількість ОВ в одному ОМ – 4. Два оптичних волокна в усіх ОМ використовується лише при малій кількості ОВ в ОК. Визначивши кількість ОВ в одному ОМ ($N_{ОВМ}$), уточнюємо значення $N_{ОВЗ}$, яке визначалось за вищенаведеною формулою.

3. Визначаємо кількість оптичних модулів (ОМ) в ОК, уточнюємо кількість ОВ в ОМ та кількість заповнюючих стрижнів (ЗС) – корделів – $N_{ЗС}$.

$$N_{ОМ} = \frac{N_{ОВЗ}}{N_{ОВМ}} \quad (2.2)$$

Згідно завдання оптичний кабель повинен містити 12 оптичних волокон, тобто

$$N_{ОВЗ} = 12 \text{ а } N_{ОВМ} = 4 \text{ тоді: } N_{ОМ} = \frac{12}{4} = 3.$$

$$N_{ЗС} = 6 - N_{ОМ} = 6 - 3 = 3.$$

Таким чином, в ОК повинно бути 3 ОМ по 4 ОВ та 3 заповнюючих стрижнів.

4. Вибираємо тип центрального силового елемента.

Він може бути виготовлений з склопластику або з металевго тросу. З одного боку перевага має бути надана склопластику, бо технологія його виготовлення більш простіша, він легше та не потребує металу на виготовлення. Але якщо в ОК відсутні повністю металеві елементи (наприклад: броня різного типу або металевий силовий елемент), то визначення місця залягання ОК на трасі ВОЛЗ стає проблематичним. При наявності металевих елементів ОК, при знаходженні місця залягання кабелю, що необхідно при пошкодженнях кабелю, що може статись під час технічної експлуатації ВОЛЗ – з генератора, з одної клеми подається електричний сигнал в металеву частину ОК, а друга клема генератора підключається до заземлення. Струм, що протікає по металевій частині ОК, створює електромагнітне поле, яке фіксується кабелешукачем (трасошукачем) будь якого типу. Врахувавши вищенаведені фактори треба вибрати тип центрального силового елемента та його діаметр ($D_{цсе}$).

5. Визначаємо діаметр оптичного кабелю по зовнішньому діаметру оптичного модуля (ОМ) та заповнюючих стрижнів (ЗС).

Спочатку вибираємо конструктивну розробку оптичного модуля, тобто вибираємо діаметр ОМ ($D_{ом}$). Визначаємо радіус до середньої лінії ОМ та ЗС (пам'ятаючи, що в одному ОК діаметри ОМ та ЗС однакові). Власне по цій лінії відбувається торкання окремих ОМ та ЗС:

$$R_{com} = \frac{D_{цсе}}{2} + \frac{D_{ом}}{2} \quad (\text{мм}) \quad (2.3)$$

Якщо використати в якості центрального силового елемента сталевий трос діаметром 2,6 мм що знаходиться в пластмасовому покритті діаметром 0,2 мм, а діаметр оптичного модуля вибрати 3,0 мм, то можна визначити радіус до середньої лінії оптичного модуля та заповнюючих стрижнів:

$$R_{com} = \frac{2,6+0,2}{2} + \frac{3,0}{2} = 1,4 + 1,5 = 2,9 \text{ мм,}$$

Визначаємо довжину кола по середній лінії ОМ та ЗС:

$$L_{\text{сеп ОМ}} = 2 \cdot \pi \cdot R_{\text{СОМ}} \text{ (мм)} \quad (2.4)$$

$$L_{\text{сеп ОМ}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 2,9 = 18,212 \text{ мм}$$

Перевіряємо чи ОМ та ЗС можуть бути розташовані довкола силового елемента.

При цьому повинна виконуватися умова:

$$L_{\text{сеп ОМ}} \geq D_{\text{ОМ}} \cdot (N_{\text{ОМ}} + N_{\text{ЗС}}) \quad (2.5)$$

Підставляючи значення $D_{\text{ОМ}} = 3,0$ мм, $N_{\text{ОМ}} = 3$, $N_{\text{ЗС}} = 3$ у формулу (2.5), отримаємо $18,212 > 18,0$. Отримавши позитивний результат переходимо до визначення зовнішнього діаметру по ОМ та ЗС.

$$D_{\text{ЗОМ}} = 2 \cdot R_{\text{СОМ}} + D_{\text{ОМ}} \quad (2.6)$$

$$D_{\text{ЗОМ}} = 2 \cdot 2,9 + 3,0 = 8,8 \text{ мм.}$$

На цьому етапі завершується розрахунок базової моделі кабелю, а саме його осердя.

6. Визначаємо діаметр кабелю.

На базову (основну) частину кабелю послідовно наносяться шари різних захисних елементів кабелю. Тип (назва, матеріал, спосіб виготовлення) захисних елементів залежить від умов прокладання кабелю. Далі йдуть в наступному порядку такі шари :

- Арамідні нитки чи плівка (скловолокна, пластмаса) навивають поверх шару оптичних модулів та заповнюючих стрижнів;

- Внутрішня оболонка (вона ж амортизуюча) використовується лише в кабелях, що мають броню. В кабелях без броні на цьому місці встановлюється зовнішня оболонка, але під нею має встановлюватися водовідштовхувальна плівка;

- При наявності броні встановлюється підброньова подушка;
- Броня. Тип її визначається виходячи з умов прокладання кабелю;
- Захисне покриття по броні, зовнішня волого захисна оболонка;

Гідрофобне заповнення у вигляді пасти, мастики (густа рідина) заповнює внутрішній об'єм модульної трубки, порожнини осердя кабелю (між модульними трубками), підброньової подушки. Далі виконуємо розрахунок діаметрів по зовнішній поверхні шару певного покриття. Загальна розрахункова формула носить вигляд:

$$D_{зпш} = D_{пш} + 2 \cdot \Delta, \quad (2.7)$$

де

$D_{зпш}$ – зовнішній діаметр шару покриття, що накладається мм;

$D_{пш}$ – зовнішній діаметр попереднього шару, мм

Δ - товщина шару покриття, що накладається.

Виконуючи послідовно накладання шарів з різних покриттів кабелю, поки не буде досягнуто саме зовнішнє. Конструкція запропонованого кабелю буде складатися з наступних елементів: поверх осердя розміщуються армидні нитки діаметром 0,2 мм, далі розміщуємо проміжну поліетиленову оболонку діаметром 0,3 мм., а поверх неї розміщуємо внутрішню оболонку діаметром 1,0 мм, наступний шар буде з алюмінієвої гофрованої броні діаметром 1,0 мм., і завершує конструкцію зовнішнє захисне покриття діаметром 2,0 мм. В результаті підставляючи дані у формулу (2.7), отримуємо загальний діаметр кабелю 18,0 мм.

Від діаметру кабелю залежить його будівельна довжина. Будівельна довжина – це технологічна суцільна довжина кабелю, що навивається на кабельний барабан і в такому вигляді поступає від виробника кабельної продукції для будівництва ВОЛЗ. В додатку А наведені будівельні довжини кабелю в залежності від його діаметру та типу кабельного барабану (від К5 до К20). Вибираємо будівельну довжину кабелю ($L_{бд}$) = 1940м., а тип барабану К14. При виборі типу барабану, а звідси і будівельної довжини кабелю вибираємо більшу довжину, тому, що при

цьому зменшується кількість зварювань ОВ, що зменшує результуюче загасання в лінійному тракті ВОЛЗ а також зменшується витрати на будівництво (зменшується кількість кабельних муфт, сумарна їх вартість і вартість їх монтажу).

3 РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ КАБЕЛЮ

3.1 Визначення критичної довжини хвилі

Вибір параметрів оптичного кабелю. Вихідні дані: діаметр сердцевини світловоду $2a = 50$ мкм, показник заломлення $n_1=1,52$, $n_2=1,49$; довжина хвилі $\lambda=1,3$ мкм;

Співвідношення коефіцієнтів заломлення визначається за формулою:

$$(3.1) \quad \Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1},$$

де:

n_1 – показники заломлення сердцевини;

n_2 – показники заломлення оболонки.

З формули (3.1) визначаємо співвідношення коефіцієнтів заломлення:

$$\Delta = \frac{1,52 - 1,49}{1,52} = 0,02$$

Числова апертура NA визначається за формулою (3.2)

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (3.2)$$

$$NA = \sqrt{1,52^2 - 1,49^2} = 0,3$$

Нормована частота V:

$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}, \quad (3.3)$$

де a – радіус сердцевини оптичного волокна, λ – довжина хвилі.

$$V = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 25 \cdot 10^{-6}}{1,3 \cdot 10^{-6}} \cdot 0,3 = 36$$

Число хвиль, що поширюються по світловоду визначаємо за формулою:

$$N = \frac{V^2}{2} \quad (3.4)$$

$$N = \frac{36^2}{2} = 648, \text{ отже має місце багатомодова передача.}$$

Критична частота для хвилі Н E_{21} ($P_{nm} = 2,405$) визначається за формулою (3.5)

$$f_0 = \frac{P_{nm} \cdot c}{\pi d \cdot \sqrt{n_1^2 - n_2^2}}, \quad (3.5)$$

де:

P_{nm} – параметр, що характеризує тип хвилі;

c – швидкість світла, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с

$$f_0 = \frac{2,40 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 10^8}{3,14 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{1,52^2 - 1,49^2}} = 15,3 \cdot 10^{12} \text{ Гц}$$

Критична довжина хвилі:

$$\lambda_c = \frac{\pi \cdot d}{P_{nm} \cdot n_1 \cdot \sqrt{n_1^2 - n_2^2}} \quad (3.6)$$

$$\lambda_c = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 10^{-6}}{2,405 \cdot 1,52 \cdot \sqrt{1,52^2 - 1,49^2}} = 12,9 \text{ мкм}$$

Передача світловодом хвилі довжиною 1,3мкм є можливою, тому що виконується умова $\lambda_0 > \lambda$.

3.2 Визначення загасання та дисперсії

Волоконні світловоди характеризуються двома важливими параметрами: загасанням і дисперсією.

Загасання визначає довжину регенераційних ділянок (відстані між регенераторами). Дисперсія призводить до спотворення імпульсів і обмеження смуги передачі по світловоду.

Коефіцієнт загасання світловодних трактів оптичних кабелів α обумовлений власними втратами у волоконних світловодах α_v і додатковими втратами, що називаються кабельними α_k і викликані деформацією та згинами світловодів при накладенні покриттів та захисних оболонок в процесі виготовлення оптичного кабелю: $\alpha = \alpha_v + \alpha_k$. Власні втрати волоконних світловодів складаються, в першу чергу, з втрат на поглинання α_d і втрат на розсіювання α_r . Втрати на поглинання суттєво залежать від чистоти матеріалу і за наявності сторонніх домішок можуть досягати значних величин.

Втрати на розсіювання обмежують границі мінімально допустимих значень втрат у волоконних світловодах. В результаті:

$$\alpha_v \equiv \alpha_d + \alpha_r, \quad (3.7)$$

де:

- α_v - загасання світловоду за рахунок втрат при поглинанні дБ/км;
- α_d - втрати у світловоді за рахунок сторонніх домішок, ці втрати не перевищують 0,1 дБ/км;
- α_r - втрати у світловоді зумовлені неоднорідністю матеріалу світловоду, залежать від матеріалу та робочої довжини хвилі дБ/км;

Втрати енергії при поглинанні визначається за формулою (3.8):

$$\alpha_d \equiv \pi \cdot n \cdot \text{tg} \delta / \lambda, \quad (3.8)$$

де:

$n = \sqrt{\mu \cdot \epsilon}$ – показник заломлення ;

λ – довжина хвилі нм;

$\text{tg } \delta$ – тангенс кута діелектричних втрат у світловоді.

З формули (3.8) видно, що частотна залежність загасання поглинання має лінійний характер.

$$\alpha_d = \frac{3,14}{1,3 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-10} \cdot 1,52 = 3,67 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Нп}}{\text{м}} = 3,2 \frac{\text{дБ}}{\text{км}}$$

Втрати на розсіювання визначаємо за формулою (3.9):

$$\alpha_p = K_p \cdot \lambda^{-4},$$

(3.9)

де:

$$K_p = 1,5 \text{ мк м}^4 \text{ (для кварцу) ;}$$

λ - довжина хвилі в мкм.

Це розсіювання являється релеевським. Воно зростає з частотою по закону f^4 .

Втрати на релеевське розсіювання визначають нижню межу втрат, що властиві волоконним світловодам. Ця межа різна для різних хвиль і з зростанням довжини хвилі зменшується.

$$\alpha_p = \frac{1,5 \text{ мк м}^4}{1,3^4 \text{ мк м}^4} = 0,52 \text{ дБ / км.}$$

Загальні втрати :

$$\alpha = 3,2 + 0,52 = 3,72 \text{ дБ / км.}$$

Пропускна здатність оптичного кабелю суттєво залежить від типу і властивостей волоконних світловодів (одномодові, багатомодові, градієнтні), а також від типу випромінювача (лазер, світлодіод). Дисперсія виникає по двом причинам: некогерентність джерел випромінювання $\Delta\lambda$ та існування великого числа мод N.

Некогерентність випромінювача призводить до появи спектру $\Delta\lambda$ їх хроматичної дисперсії. Хроматична дисперсія ділиться на матеріальну і хвильову (внутрішньомодову). Величина збільшення величини імпульсу за рахунок модової дисперсії, що характеризується часом наростання сигналу і визначається як різниця між самим довгим і самим коротшим часом надходження променів в перерізі світловода на відстані l від початку, розраховується за формулами:

$$\tau = \frac{n_1 \cdot \Delta l}{c} = \frac{(NA)^2}{2 \cdot n_1 \cdot c} \quad l - \text{для східчастих світловодів,} \quad (3.10)$$

$$\tau = \frac{n_1 \cdot \Delta^2 \cdot l}{2 \cdot c} = \frac{(NA)^4}{8 \cdot n_1^3 \cdot c} \quad l - \text{для градієнтних світловодів,} \quad (3.11)$$

де:

NA – числова апертура, $NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$,

$\Delta = \left(\frac{1 - \tilde{\epsilon} n_2}{n_c} \right) / n_1$; n_1 - показник заломлення сердечника; n_2 -

показники заломлення оболонки;

l – довжина світловода;

c – швидкість світла км/с.

Дисперсія для східчастого світловода довжиною 10 км :

$$\tau = \frac{1,52 \cdot 0,03 \cdot 10}{3 \cdot 10^5} = 1530 \text{ нс;}$$

для градієнтних довжиною 10 км:

$$\tau = \frac{1,52 \cdot (0,03)^2 \cdot 10}{2 \cdot 3 \cdot 10^5} = 23 \text{ нс,}$$

Дисперсія градієнтного світловода суттєво менша ступінчастого.

Смуга пропускання для градієнтного світловоду визначається за формулою (3.12):

$$\Delta F = 1/\tau \quad (3.12)$$

$$\Delta F = 1/\tau = 1/23 = 43,4 \text{ (ГГц)}$$

Межі зміни фазової швидкості визначаються за формулами (3.13) та (3.14):

$$V_{fmin} = \frac{c}{n_1} \quad (3.13)$$

$$V_{fmin} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,52} = 1,97 \cdot 10^8 \frac{M}{c}$$

$$V_{fmax} = \frac{c}{n_2} \quad (3.14)$$

$$V_{fmax} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,49} = 2 \cdot 10^8 \frac{M}{c}$$

Межі зміни хвильового опору:

$$Z_{xв min} = \frac{Z_0}{n_1} \quad (3.15)$$

$$Z_{xв min} = 376,7/1,52 = 247,8 \text{ (Ом)}$$

$$Z_{xв max} = \frac{Z_0}{n_2} \quad (3.16)$$

$$Z_{xв max} = 376,7/1,49 = 252,8 \text{ (Ом)}$$

Для вирішення питань проектування ВОЛЗ нам необхідно знати параметри, що визначають енергетичні показники систем передачі. Майже всі оптичні лінійні модулі різних цифрових та оптичних систем передачі незалежно від їх виробника мають стандартизовані показники, як наводяться в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1- Параметри, специфіковані для оптичних інтерфейсів

Назва параметру	Значення параметру	Одиниці вимірювання
Рівень середньої потужності випромінювання:		
-максимальний	+3	дБ
-мінімальний	-2	дБ
Продовження таблиці 3.1		
Мінімальний рівень чутливості	-27÷ -28	дБ
Рекомендований діапазон загасання в лінійному тракті	10 – 28 (STM1)	
	-24 (STM16)	дБ

При виборі реального максимального загасання в оптичному лінійному тракті регенераційної ділянки (A_{\max}) рекомендується взяти різницю максимального рівня випромінювання ($P_{\max \text{ випр}}$) і мінімального рівня чутливості ($P_{\min \text{ чутл}}$) і відняти від отриманого значення - значення запасу ($A_{\text{зап}}$) на старіння ОВ, на можливість збільшення загасання ОВ за рахунок його ремонту (додаткові зварювання), та додаткові втрати (по довжині ОК) при прокладанні ОК (формула 3.17). Величина запасу $A_{\text{зап}} = 6 - 10\text{дБ}$

$$A_{\max} = P_{\max \text{ випр}} - P_{\min \text{ чутл}} - A_{\text{зап}}, \text{ дБ} \quad (3.17)$$

$$A_{\max} = 3 - (-27) - 10 = 20 \text{ дБ}$$

Основні параметри, що визначають можливість організації зв'язку - це загасання сигналу (вимірюється на робочих діапазонах передачі 1310 та 1550нм), та хроматична дисперсія. Однією з причин виникнення дисперсії є залежність показника заломлення від довжини хвилі (частоти). Як наслідок, хвилі з різною довжиною проходять різний оптичний шлях.

На основі даних параметрів оптичних волокон з різними довжинами хвиль, що показані в таблиці 3, можна зробити висновок: загасання оптичного сигналу на довжині хвилі 1310 нм є більше ніж для хвилі з довжиною 1550 нм, але дисперсія на довжині 1310 нм набагато менша, а на певній довжині хвилі цього діапазону

взагалі може дорівнювати 0. Виникає ситуація коли мінімум загасання та дисперсії знаходяться в різних діапазонах хвиль. Тому, щоб отримати в діапазоні 1550 нм меншу дисперсію, ОВ виготовляють по певній технології, результатом якої мінімум дисперсії зсувається у бік, наближеному до частоти (довжини хвилі) робочого діапазону.

Таблиця 3.2 - Основні параметри оптичних волокон

ч/ч	Назва параметру для волокна стандарту G655 типу NZDSF	Одиниці вимірювання	Значення параметру
1	Загасання кілометричне на довжині хвилі 1310	дБ/км	0.35 - 0.5
2	Загасання кілометричне на довжині хвилі 1550	дБ/км	0.2 – 0.25
3	Хроматична дисперсія на довжині хвилі 1310	пс/(нм · км)	- 9
4	Хроматична дисперсія на довжині хвилі 1550	пс/(нм · км)	0.8 – 4.6

4 РОЗРАХУНОК ДОВЖИНИ РЕГЕНЕРАЦІЙНОЇ ДІЛЯНКИ

Якщо відомо максимальне допустиме загасання оптичного сигналу на регенераційній ділянці для вказаної системи передачі ($A_{\max \text{ рд}}$) та загасання кілометричне для оптичного волокна для вибраної довжини хвилі λ , то визначаємо максимальну довжину оптичного волокна на регенераційній ділянці $L_{\max \text{ ОВ}}$ за формулою (4.1);

$$(4.1) \quad L_{\max \text{ ОВ}} = \frac{A_{\max \text{ рд}}}{\alpha},$$

де:

$A_{\max \text{ рд}}$ – загасання, вибране з таблиці 3.2.

α – коефіцієнт загасання (загасання ОВ довжиною в 1 км для вибраного типу кабелю та діапазону робочих довжин хвиль).

$$L_{\max \text{ ОВ}} = \frac{20}{0,35} = 57 \text{ км},$$

Визначаємо орієнтовну кількість зварних з'єднань ОВ на регенераційній ділянці:

$$N_{\text{зв}} = \frac{L_{\max \text{ ОВ}}}{L_{\text{БД}}} - 1, \quad (4.2)$$

де:

$L_{\text{БД}}$ – будівельна довжина кабелю в км, в даному випадку рівна 1940м.

$$N_{\text{зв}} = \frac{57000}{1940} - 1 = 28$$

Визначаємо загасання оптичного сигналу в зварних з'єднаннях ОВ на регенераційній ділянці $A_{\text{зв}}$;

$$A_{\text{зв}} = \alpha N_{\text{зв}}, \quad (4.3)$$

де:

α – це загасання сигналу в зварному з'єднанні 0,1дБ;

$$A_{зв} = 0,1 \cdot 28 = 2,8 \text{ (дБ)},$$

Визначаємо загасання сигналу в кінцевих роз'ємних пристроях A_p :

$$A_p = 2 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ (дБ)}, 0,3 \text{ дБ} - \text{це загасання сигналу в парі роз'ємних з'єднань.}$$

Визначаємо сумарне загасання оптичного сигналу на різних з'єднаннях в ОВ:

$$A_{з'єдн} = A_{зв} + A_p \quad (4.4)$$

$$A_{з'єдн} = 2,8 + 0,6 = 3,4 \text{ (дБ)}$$

Визначаємо загасання ОВ ОК (без врахування втрат в з'єднаннях):

$$A_{ОВ} = A_{\max \text{ РД}} - A_{з'єдн} \quad (4.5)$$

$$A_{ОВ} = 20 - 3,4 = 16,6 \text{ (дБ)}$$

Визначаємо еквівалентну сумарну довжину ОВ на довжині регенераційної ділянки.

$$L_{ОВ} = \frac{A_{ОВ}}{\alpha} \quad (4.6)$$

$$L_{ОВ} = \frac{16,6}{0,35} = 47 \text{ км}$$

Для визначення реальної максимальної довжини регенераційної ділянки треба врахувати наступне:

- ОВ в оптичному модулі та в цілому в кабелі скручене для забезпечення об'ємної міцності на розтяг. Тому вважається що реальна довжина має бути скорочена на 1% тобто на 0,01.

- при прокладанні кабелю уздовж залізних доріг траса проходить з певним відхиленням від прямої, в основному, за рахунок обминання перешкод. В наслідок цього реальна довжина кабелю збільшується на 0,02 + 0,03 від довжини траси, визначеної на карті місцевості.

- при прокладанні кабелю через різні перешкоди (шляхом, водні перешкоди) витрати кабелю будуть більшими.

- при кожному з'єднуванні ОВ будівельних довжин ОК повинен бути з 2-х боків ОК зроблений запас в 10м, для того щоб завести кінці кабелю в ЛВМОК, де відбувається їх зрощування при допомозі зварювання.

Враховуючи все вище наведене можна визначити геометричну трасову довжину регенераційної кабельної ділянки використовуючи формулу (4.7):

$$L_{рд} = \frac{L_{ра}}{1,01} - 0,02 \quad (4.7)$$

$$L_{рд} = \frac{47 - (28 \cdot 0,02)}{1,01 \cdot 1,02} = 45 \text{ км}$$

Результати розрахунків для двох довжин хвиль заносимо в таблицю 4.1

Таблиця 4.1 - Результати розрахунку максимальної довжини регенераційної ділянки

Тип оптичного волокна	Довжина хвилі (нм)	Загасання ОК (дБ / км)	Будівельна довжина (км)	Кількість зварювань	Макс. довжн. реген. ділянки (км)
G652					
SSF	1310	0.35	1,94	28	57
	1550	0.21	1,94	48	95

Порівнюючи максимальну розрахункову довжину регенераційної ділянки з довжиною усіх ділянок на ситуаційному плані переконуємося, що довжина ділянки не буде перевищувати значення максимальної розрахункової довжини регенераційної ділянки і тому може бути рекомендована при проектуванні даної лінії.

5 РОЗБИВКА ТРАСИ НА РЕГЕНЕРАЦІЙНІ ДІЛЯНКИ

Для розробки ситуаційного плану проєктованої лінії в даній роботі було використано карту доріг Львівської області, масштаб карти 1:250000. Згідно завдання траса повинна прокладатися вздовж шосейних доріг між містами Львів та Броди. Траса має проходити з мінімальною кількістю перетинів через інші шляхи та перешкоди і мати найменшу довжину, тобто проходити вздовж автошляхів які мають найменшу довжину в напрямку від одного ОРП до сусіднього, а умови прокладання кабелю мають бути задовільними. Для визначення відстані регенераційних ділянок необхідно просумувати відстані між окремими ділянками на карті.

Вибираємо місце розташування ОРП. Віддаль між ОРП, довжина регенераційної ділянки, визначаються з її допустимої максимальної довжини, а також з тою що ОРП повинні бути розташовані в населених пунктах, добре забезпечених енергопостачанням і по можливості де розташовані вже існуючі ОПП чи ОРП (для інших систем передач).

Нумерація КП та ОРП починається від КП чи ОРП, що розташований в пункті де встановлений центральний вузол первинної чи зонової мережі, або від більшого (за рангом столиця, обласний центр, або кількістю населення) населеного пункту. Дані про відстані записуємо в таблицю 5. Далі встановлюємо відстані на яких змінюються умови прокладання кабелю, враховуючи характер місцевості та перешкоди, які долає ВОЛЗ, та заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Результати розбивки траси ВОЛЗ по регенераційним ділянкам

Номер регенераційної ділянки	Номера регенераційних пунктів	Назви населених пунктів, в яких розташовані ОРП ділянки		Довжина траси на регенераційній ділянці, км
1	КП1 – ОРП 1	Буськ		52,0
2	ОРП 1 – ОРП 2	Броди		50,0
Сумарна довжина траси ВОЛЗ Львів - Броди				102,0

Сума довжин окремих регенераційних ділянок повинна дорівнювати довжині ВОЛЗ.

Нумерація "1" починається від КП чи ОРП, що розташований в пункті, де встановлений центральний вузол первинної чи зонові мережі, або від більшого (за рангом – столиця, обласний центр, або кількістю населення) населеного пункту.

Таблиця 5.2 - Розбивка траси кабельної

№ ділянки	Довжина ділянки (км)	Характеристика ділянки	Метод прокладання	Тип ОК
1	5,0	Міські забудови Львова	В існуючій кабель-ній каналізації міста	ОКЛ-ОМ-18
2	1,0	Міські забудови с. Муроване	ЗПТ, траншеї	ОКЛ-ОМ-18
3	3,0	Відкрита місцевість, луки, орні землі	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
4	0,5	Перехід через шосейну дорогу	Азбестоцементні	ОКЛ-ОМ-18

		твердим покриттям	труби,ЗПТ, напрям-лене буріння	
Продовження таблиці 5.2				
5	1	Відкрита місцевість, луки, поля	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
6	0,5	Присадибні ділянки с.Гамаліївка	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
7	0,02	Перехід через канал Яричевський	ЗПТ, кабелеукладач, з попереднім вирівнюванням бульдозером спус-ків до каналу	ОКЛ-ОМ-18
8	2,5	Відкрита місцевість, луки, орні землі	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
9	2	Сільські забудови с.Запитів	ЗПТ, траншеї	ОКЛ-ОМ-18
10	0,05	Перехід через залізну дорогу станції Запитів.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрям-лене буріння	ОКЛ-ОМ-18
11	0,05	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби,ЗПТ, напрям-лене буріння	ОКЛ-ОМ-18
12	2,5	Відкрита місцевість, луки, орні землі	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
13	1,5	Сільські забудови с. Старий Яричів	ЗПТ, траншеї	ОКЛ-ОМ-18
14	2	Відкрита місцевість, луки, орні землі	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
15	0,05	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрямлене буріння	ОКЛ-ОМ-18
16	2,5	Відкрита місцевість, луки, орні землі	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
17	2,5	Присадибні ділянки с.Великі Підліски.	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
18	2,5	Присадибні ділянки с. Хренів.	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18

Продовження таблиці 5.2

19	0,1	Перехід через р. Думниця	ЗПТ, кабелеукладач, з попереднім вирівнюванням бульдозером спусків до річки	ОКЛ-ОМ-18
20	0,2	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрям-лене буріння	ОКЛ-ОМ-18
21	2	Сільські забудови с. Дідилів.	ЗПТ, траншеї	ОКЛ-ОМ-18
22	0,2	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрямлене буріння	ОКЛ-ОМ-18
23	5	Сільські забудови с. Неслухів	ЗПТ, траншеї	ОКЛ-ОМ-18
24	0,2	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрямлене буріння	ОКЛ-ОМ-18
25	4,0	Сільські забудови с.Старий Милятин.	ЗПТ, траншеї	ОКЛ-ОМ-18
26	2,0	Сільські забудови с.Новий Милятин.	ЗПТ, траншеї	ОКЛ-ОМ-18
27	3,0	Сільські забудови с. Кізлів	ЗПТ, траншеї	ОКЛ-ОМ-18
28	0,2	Перехід через р. Полтва	ЗПТ, кабелеукладач, з попереднім вирівнюванням бульдозером спусків до річки	ОКЛ-ОМ-18
29	2,5	Відкрита місцевість, луки, орні землі	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
30	0,05	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрямлене буріння	ОКЛ-ОМ-18
31	1,5	Міські забудови м.Буськ	В існуючий кабельній каналізації міста	ОКЛ-ОМ-18
32	0,2	Перехід через р. Західний Буг	ЗПТ, кабелеукладач, з попереднім обстеженням шляху	ОКЛ-ОМ-18
33	1,0	Міські забудови Буська	В існуючий кабельній каналізації міста	ОКЛ-ОМ-18
Продовження таблиці 5.2				
34	2,0	Відкрита місцевість, луки, орні землі	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
35	0,05	Перехід через шосейну дорогу з	Азбестоцементні	ОКЛ-ОМ-18

		твердим покриттям.	труби,ЗПТ, напрям-лене буріння	
36	2,0	Відкрита місцевість, луки, орні землі	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
37	0,1	Перехід через р. Солотвина	ЗПТ, кабелеукладач, з попереднім обстеженням шляху	ОКЛ-ОМ-18
38	1,0	Сільські забудови с.Чучмани	ЗПТ, траншеї	ОКЛ-ОМ-18
39	0,05	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрям-лене буріння	ОКЛ-ОМ-18
40	2,0	Відкрита місцевість, луки, орні землі	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
41	0,05	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрям-лене буріння	ОКЛ-ОМ-18
42	1,0	Присадибні ділянки с. Гумницька	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
43	1,0	Відкрита місцевість, луки, орні землі	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
44	0,1	Перехід через р.Солотвина	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
45	0,05	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрям-лене буріння	ОКЛ-ОМ-18
46	1,5	Відкрита місцевість, луки, орні землі	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
47	0,05	Перехід через залізну дорогу станції Ожидів - Олесько	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрям-лене буріння	ОКЛ-ОМ-18
48	1,0	Присадибні ділянки с.Ожидів	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
49	0,1	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрям-лене буріння	ОКЛ-ОМ-18
50	3,0	Присадибні ділянки с.Павлики	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
51	0,05	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрям-лене буріння	ОКЛ-ОМ-18
Продовження таблиці 5.2				
52	5,0	Міські забудови стм.Олесько	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
53	0,05	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрям-лене буріння	ОКЛ-ОМ-18
54	2,0	Міські забудови стм.Олесько	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
55	0,05	Перехід через шосейну дорогу з	Азбестоцементні труби,	ОКЛ-ОМ-18



Схожість



Цитати



Посилання

Вилучений
текст

Підміна символів



Коментарі

		твердим покриттям.	ЗПТ, напрям-лене буріння	
56	1,5	Сільські забудови с. Хватів	ЗПТ, траншеї	ОКЛ-ОМ-18
57	0,05	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрям-лене буріння	ОКЛ-ОМ-18
58	5,0	Сільські забудови с. Загірці	ЗПТ, траншеї	ОКЛ-ОМ-18
59	0,05	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрям-лене буріння	ОКЛ-ОМ-18
60	5,0	Сільські забудови с. Терезежі	ЗПТ, траншеї	ОКЛ-ОМ-18
61	4,0	Сільські забудови с. Трищуки	ЗПТ, траншеї	ОКЛ-ОМ-18
62	0,05	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрям-лене буріння	ОКЛ-ОМ-18
63	1,0	Сільські забудови с.Підгір'я	ЗПТ, траншеї	ОКЛ-ОМ-18
64	0,1	Перехід через р.Стир	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
65	1,5	Сільські забудови с.Підгір'я	ЗПТ, траншеї	ОКЛ-ОМ-18
66	0,05	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрям-лене буріння	ОКЛ-ОМ-18
67	1,0	Відкрита місцевість, луки, орні землі	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
68	0,1	Перехід через р.Стир	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
69	1,5	Сільські забудови с. Суходоли	ЗПТ, траншеї	ОКЛ-ОМ-18
70	0,05	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрям-лене буріння	ОКЛ-ОМ-18

Продовження таблиці 5.2

71	3,0	Відкрита місцевість, луки, орні землі	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
72	0,05	Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям.	Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрям-лене буріння	ОКЛ-ОМ-18
73	3,0	Відкрита місцевість, луки, поля	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
74	1,0	Присадибні ділянки м.Броди	ЗПТ, кабелеукладач	ОКЛ-ОМ-18
75	1,0	Міські забудови м.Броди	В існуючий кабельній каналізації міста	ОКЛ-ОМ-18

6 ПРОКЛАДАННЯ КАБЕЛЮ

6.1 Методи зрошування оптичних кабелів

При монтажі оптичного кабелю ОК в цілому необхідно забезпечити високу вологостійкість зростка для подальшого знаходження в землі. В наш час отримали розвиток різні методи монтажу ОК. Розглянемо найбільш характерні із них.

Каркасний монтаж

Для монтажу оптичного кабелю використовуються металевий каркас з кількістю поздовжніх стержнів, рівний кількості зрошувальних волокон. Поверх каркасу накладають декілька шарів поліетиленових стрічок, а за ним надівають термостягуючу муфту з підклеювальним шаром. Перевагою муфти являється щільно обжаті конуси зростку.

Монтаж плоских оптичних кабелів

Монтаж кабелів, виконаних в вигляді багато волоконних плоских стрічок з загальним пластмасовим покриттям, здійснюють наступним чином. Волокна на кінці стрічки оголяють на відстані 1 см, і стрічку розміщують в матрицю. Кінці волокон вкладають на усадку, що має прецизійні канавки, і матрицю заливають пластичним матеріалом. Волокна залиті пластмасою витримують до його застигання і затвердіння. Застигла пластмаса фіксує волокна в торці стрічки. Кінці двох стрічок закладають в шаблон, а в зазор між торцями для щеплення стрічок одна з одною заливають епоксидним компаудом з відповідним коефіцієнтом заломлення. Пресформа роз'ємна і виконана з латуні. За результатом випробувань втрати в таких з'єднувачах складають не більше 0,2 дБ.

Застосування фігурного з'єднання

З'єднання призначене для багато волоконних кабелів і не потребують операцію шліфування, полірування і склеюванням волокон. Кожне скловолокно надійно утримується в просторі утвореними трьома циліндричними поверхнями виготовлені із еластичної пластмаси. Ці поверхні утворюють направлені до центра тиску на волокно аналогічно трьох кулачковому патрону електродрилі який

утримує свердло. Після того як дві половини з'єднувачі встановлені, вони з'єднують разом і кожне волокно займає потрібне положення між трьома циліндричними поверхнями. Зовні розташований каркас. Загасання в з'єднанні не перевищує 0,3 дБ. Зовні зростка ізолюється термоусаджувальна муфта з первиною обмоткою пластмасової стрічки.

З'єднання оптичних волокон

Найбільш поширені способи з'єднання оптичних волокон (ОВ) являються застосування з'єднувальних трубок; рознімні з'єднувачами; механічні зростки; електрозварки і застосування механічних наконечників.

Останній час для стаціонарного монтажу оптичних кабелів стійко затвердився метод зварки електричною дугою, а для роз'ємного монтажу багато разового використання роз'ємних з'єднувачів. Розглянемо деякі характерні способи з'єднання оптичних волокон.

Застосовуються з'єднувальних трубок один із найбільш поширених способів постійного з'єднання волокон. Він складається в використанні прецизійних втулок або трубок, які будучи виготовлені точно по зовнішньому діаметру оптичного волокна, надають йому потрібного положення і фіксують його. Трубки, як правило, скляні. Конічні кінці трубок полегшують ввід оптичних волокон. З'єднувач складається із пустотілої скляної втулки з отвором для заливання імерсійної рідини ,яка одночасно служить і для узгодження показників заломлення з'єднувальних волокон . Зросток вносить загасання біля 0,3 – 0,4 дБ.

В гніздо і штирьову частину з'єднувача встановлюють попередньо підготовлені кінця оптичного волокна. При виконанні операції зрощування торців оптичних волокон вони опиняються тісно з'єднаними одне з одним. Зовні є герметичний корпус штекера. В зростку з'єднувальні волокна вводяться в пластмасову втулку і вільний простір заповнюють імерсійною рідиною.

Вказані матеріали зменшують втрати на відбиття від торців . Зовні зросток герметично закритий і механічно захищений півмуфтами. Електрозварка виконується за допомогою електричної дуги або лазера шляхом нагрівання кінців

з'єднувальних оптичних волокон. Процес зрощування ОВ складається із наступних операцій :

- юстовання співвісності декількох міліметрів одна від одної;
- оплавлення торців ОВ електричною дугою;
- щільне притискання одне до одного торців ОВ що знаходяться в неперервному дуговому розряді;
- завершальний етап зрощування передбачає вимірювання загасання в місці зрощування.

Пристрій для зварювання являє собою легко переносний прилад з габаритними розмірами 20×30×15 см. Зовні розташовується мікроскоп для юстовання і візуального спостереження процесом зварки. Такий метод зварки волокон дозволяє отримати з'єднання з втратами близько ,1 – 0,3 0дБ і розривної міцності не менше 70% від цілого волокна. Він легко реалізується в польових умовах, оскільки не потрібно попередньої обробки торцевих поверхонь перед зрощуванням.

При механічному зрощуванні на кінці кожного оптичного волокна монтується металевий наконечник. Для цього з кінця ОВ на відстані 44 мм знімається захисне покриття. Потім надівають наконечник так щоб скловолокно виступало із нього приблизно на 15 – 20 мм. На виступаючий кінець ОВ надівають капіляр (скляна трубка з отвором) довжиною 10 мм. Капіляр вводяться в наконечник щоб кінець капіляра виступав на 1 – 2 мм. На скловолокно і капіляр наноситься шар епоксидної смоли . Епоксидну смолу також заливають в отвори наконечника. Потім торці ОВ шліфуються на скляній плиті з застосуванням абразивного порошку і поліруються на поліруючому кругу.

З'єднання оптичних волокон виконуються з допомогою втулки і розрізних шайб. Втулка і шайба мають нарізки з допомогою яких щільно стикують зрощування ОВ.

6.2 Особливості монтажу оптичних кабелів

Монтаж ОК - один з найбільш складних і відповідальних видів роботи. Монтаж ОК може бути нероз'ємним і рознімним. З'єднання окремих будівельних довжин лінійних ОК здійснюється за допомогою нероз'ємних з'єднань: зварювання, склейка а також рознімних – які називаються механічними з'єднувачами. Для підключення ОК до приймально-передавальної апаратури використовуються рознімні з'єднувачі (рознімання).

Для захисту місць з'єднання встановлюються захисні муфти, а в місцях з'єднання лінійного і станційного ОК - пристрою стику станційного і лінійного кабелів (ПССЛК).

Монтаж виконується в такій послідовності:

- а) звільнення кабелю і волокон від захисних покрівів;
- б) перевірка несправності волокон;
- в) з'єднання силових елементів;
- г) підготовки торців світловодних волокон;
- д) з'єднання волокон;
- е) відновлення захисних покрівів.

Торці волокон повинні бути чистими, гладкими, плоскими, а їхній скол повинний бути строго перпендикулярній осі волокна. Дуже важливим є геометричне узгодження волокна при стику, а саме:

- а) мінімальний поперечний зсув осей;
- б) мінімальні зазори між площинами торців;
- в) мінімальний кутовий зсув осей.

Крім того, для одномодових світловодів факторами, що впливають на загасання в з'єднанні, є деформація серцевин і непогодженість розміру модових плям. Невиконання всіх цих вимог приводить до додаткових втрат.

У даному проекті для з'єднання оптичних волокон будемо використовувати зварювання. Це найбільш розповсюджений спосіб одержання нероз'ємних з'єднань ОВ. Зварювання що з'єднуються ОВ передбачає оплавлення кінців

світловодів у результаті їхнього розміщення в полі потужного джерела теплової енергії. Кожен метод має як переваги так і недоліки. Найбільш розповсюдженим способом є зварювання ОВ в полі електричного розряду. Зварювання ОВ у полі електричного розряду складаються з двох етапів:

1) попереднє оплавлення торців світловодів. Ця операція використовується з метою часткової ліквідації мікро нерівностей, що виникають на торцях ОВ під час сколювання. Струм у режимі оплавлення досягає 10...12 мА;

2) безпосереднє зварювання ОВ. При цьому струм дуги досягає 12...16 мА. Для автоматизації процесу зварювання ОВ і незалежності якості з'єднання від кваліфікації працівників останнім часом були розроблені і впроваджені автоматичні зварювальні апарати, що помітно підвищили швидкість і якість з'єднання світловодів.

Для монтажу ОК можна використовувати муфту FOSC 400 A4 фірми Raychem.

Муфта FOSC 400 A4 сама маленька з муфт FOSC 400. Вона призначена для з'єднання кабелів з малим числом волокон і для розгалужених з'єднань. Розгалужувальні з'єднання - ті, де більшість волокон у кабелі "проходять транзитом" через муфту і тільки кілька волокон виділені з кабелю і подаються в будинок чи в оптичний мережевий модуль (ОММ). Муфта FOSC 400 A4 цілком готова для збереження "транзитних" вільних буферних трубок. Існують варіанти лотків для вільного збереження транзитних пучків волокон і стрічок волокон. Як і у всіх муфтах FOSC 400, ємність лотка для вільного збереження волокон і число з'єднань, на яке розрахована муфта FOSC 400 A4 залежать від декількох факторів, таких як конструкція кабелю, тип з'єднання і довжина вільно збереженого ВОЛОКНА.

Зовнішній вигляд і конструкція муфти представлена на рис 6.1.

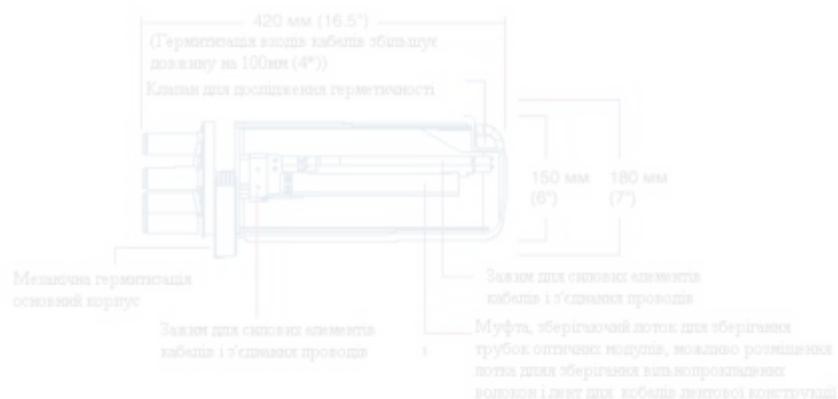


Рисунок 6.1 - Муфта для ОК (Зовнішній вигляд)



Рисунок 6.2 - Муфта для ОК (конструкція муфти)

Монтаж муфти проводиться наступним чином:

1. Введення кабелів в овальний патрубок.

а) розкривається заглушений кінець овального патрубка (зрізується слюсарною ножівкою). Обробляється край отвору з внутрішньої сторони наждаковим папером.

б) чистою сухою тканиною протирається оболонка кабелю на довжині біля двох метрів, щоб видалити пил, ґрунт і інші забруднюючі речовини. Береться овальна термоусаджувальна трубка і насувається на кабелі. Незабарвлений (чорний) кінець трубки повинний бути звернений до основи муфти.

в) протягуються кабелі через отвір овального патрубку і підготовляються до зрощування.

2. Підготовка кабелів.

а) знімається оболонка кабелю (і екран, якщо є) на довжині близько 1,2м, як того вимагають правила оброблення кабелів. Вилучається компаунд, що заповнює, із трубок, у яких знаходяться оптичні волокна і відрізається центральний силовий елемент на відстані 75мм від зрізу зовнішньої оболонки кабелю.

б) якщо треба забезпечити з'єднання екрана, на оболонці кабелю робиться подовжній надріз на 25мм убік від кільцевого зрізу оболонки. Плоскогубцями притискається до оболонки й екрана кабелю затискач, з'єднаний із проводом з'єднання з екраном.

в) сполучаються кільцеві зрізи оболонок кабелів із краєм основи муфти. Протягуються центральні силові елементи в затискачі і закріплюються. Зайва довжина центральних силових елементів зрізується.

3. Герметизація овального вхідного патрубку.

а) ретельно протирається серветкою овальний патрубок і оболонки кабелів на відстані 100 мм від краю введення.

б) очищені частини овального патрубку й оболонок кабелів обробляються по колу наждачним папером.

в) надівається овальна герметизуюча трубка на кабелі й овальний патрубок.

Відзначається на одному з кабелів місце, де кінчається трубка. Робиться ще одна відмітка на 5мм ближче до основи муфти FOSC. Починаючи з цієї, другої відмітки кабель обмотується алюмінієвою фольгою.

г) насувається овальна герметизуюча трубка на овальний патрубок. Вставляється розгалужувальний затиск.

д) за допомогою фена гарячим повітрям нагрівається трубка, яка герметизує ввід кабелів в овальний патрубок температурою не менш 350 °С до повної усадки.

4. Зрощування й укладання волокон.

На одне з волокон одягається захисна термоусаджувальна трубка, волокно зрощується за допомогою зварювання. Коли зварений зросток готовий, на нього насувається захисна термоусаджувальна трубка і ущільнюється за допомогою відповідного пристрою в зварювальному апараті.

Автоматичний апарат для зварювання оптичних волокон FSM-605

Новий, цілком автоматичний зварювальний апарат FSM-605 сполучив у собі надійність попередньої моделі **FSM-30S** з останніми досягненнями в області високих технологій. FSM-605 володіє рекордною швидкістю, компактністю і точністю оцінки втрат у звареному з'єднанні. Програмне забезпечення дозволяє проводити зварювання всіх застосовуваних у ВОЛС на сьогоднішній день типів волокон. Автономне живлення, можливість роботи в діапазоні від -10°C до +50°C и посилений захист від вітру гарантує одержання наднизьких втрат у польових умовах. FSM-605 має русифіковане меню екранних команд і поставляється з технічним описом і інструкцією з експлуатації російською мовою.



Рисунок 6.3 - Зварювальний апарат FSM-60

Змонтований зросток міститься у власника. Запас волокна вкладається кільцями на лотку.

По закінченні зрошування на касеті встановлюється захищаюча кришка. Кришка закріплюється стрічкою з "липучками", що обмотується навколо касети і кришки.



Рисунок 6.4 - Вкладка з'єднувальних ОВ і захисних гільз в касеті

Установка касети.

При використанні додаткових касет сполучаються штифти касет з отворами в скобі підстави муфти. Стискаються штифти і вставляється касета в скобу.

6. Монтаж корпусу муфти.

а) на лоток кладеться силікагель і закріплюється полівінілхлоридною стрічкою.

б) обережно надівається корпус муфти FOSC 400 A4 на підставу. Суміщається біла крапка на корпусі муфти з білою крапкою на підставі. Надівається запірне пластмасове кільце на стик корпусу з підставою муфти. Запірне кільце повинне цілком ввійти в канавку.

в) місце з'єднання ретельно протирається серветкою, що після буде герметизуватися.

г) наждаковим папером обробляється по колу корпус і основа муфти на очищеній ділянці. Чистою сухою тканиною віддаляються з оброблених поверхонь частки матеріалу, стерті наждаком.

д) місце з'єднання муфти з підставою обертається смужкою матеріалу, що клеїть, таким чином, щоб липка сторона стрічки була звернена до муфти.

е) надівається термоусаджувальне кільце на корпус муфти так, щоб воно закрило місце з'єднання корпусу. Кільце прогрівається до повної усадки.

Докладна інструкція з монтажу входить у комплект постачання кожної муфти. Зібрану муфту можна закріпити в кабельній чи каналізації укласти в ґрунт.

6.3 Технічні засоби для вкладання кабелю

При будівництві волокно оптичної лінії зв'язку (ВОЛЗ) як і при будівництві звичайних ліній зв'язку виконуються наступні роботи:

- розбивка траси;
- доставка кабелю і матеріалів на трасу;
- випробування кабелю, прокладка, монтаж і пристрої вводів.

Для зниження тягового зусилля на оптичний кабель доцільно в проміжкових колодцях установлюють додаткові проміжні лебідки гусиничного типу.

Оптичний кабель переважно прокладають в каналізацію, а також безпосередньо в ґрунт. Можлива підвіска на опорах і по стінах споруд. В телефонній каналізації прокладають кабелі що не мають поверх оболонки броньованих і захисних покриттів. Допускається прокладання в одному трубопроводі декілька оптичних кабелів. Загальна кількість кабелів, прокладених в одному каналі каналізації не повинно перевищувати трьох, а загальна площа поперечного перерізу не повинна перевищувати 20 – 25% площі попереднього перерізу каналу. Зменшення сили тертя при прокладанні кабелю досягається застосування відповідних змащувальних матеріалів.

У вільні канали кабель зтягають за допомогою сталевих тросів діаметром 5 – 6 мм, а в заняті канали – за допомогою пенькових тросів або сталевих тросів в поліетиленових шлангах. Для скріплення кабелю з тросом на його кінець надівають сталевий наконечник. При протягуванні наконечник зменшується у діаметрі і щільно обхватує кабель. Між тросом і наконечником встановлюють конденсатор кручення, який не дозволяє кабелю скручуватися. Таким чином, основне навантаження при прокладанні в каналізації зазнає кабель в цілому, а скляні волокна не зазнають розтягування. Процес протягування кабелю в каналізацію показано на рис 8. Для захисту від пошкодження оболонки кабелю до краю каналу кабель на вході в колодязь пропускають через гнучку сталеву трубу.

Оптичний кабель як правило виготовляють великими будівельними довжиною 0,5 – 4 км, тому вони прокладаються транзитом через декілька колодязів кабельної каналізації. На відносно прямолінійних відрізках можна транзитом зтягнути кабель довжиною до 1 км, а на трасі що має велику кількість поворотів, будівельну довжину кабелю потрібно скоротити до 500 м.

Зусилля натягу на лебідці переважно фіксуються за допомогою динамометра і датчика. При зтягуванні кабелів зв'язку в канали трубопроводів ці зусилля визначаються масою кабелю, довжиною між колодязями і коефіцієнтом тертя за допомогою $T = P\ell f$, де P – маса кабелю, кг/м; ℓ – довжина прольоту, м; f – коефіцієнт тертя.

Коефіцієнт тертя залежить від матеріалів труб і оболонки кабелю. Для кабелю в поліетиленовій оболонці коефіцієнт тертя становить при бетонних трубах – 0,38, азбестоцементних – 0,32 і поліетиленових – 0,29.

Якщо траса прокладання кабелю не прямолінійна, а має згини то суттєво зростає зусилля тягіння, що необхідно для протягування кабелю в каналізацію. Розрахунок зусилля протягування на ділянці згину кабелю можна проводити за формулою $T3\gamma = T\varphi f$, де φ – кут повороту траси, радіан. Прокладання кабелю в каналізації по вигнутому профілі викликає збільшення механічного навантаження в 1,5 – 2,5 рази.

Знаючи максимально допустимі зусилля тяжіння, можна визначити граничну довжину кабелю для затягування транзитом в канали трубопроводів.

Допустимий радіус замку кабелю визначили виходячи із зовнішнього діаметра кабелю $R_{\min} = nD$, де D - зовнішній діаметр кабелю; n – коефіцієнт що залежний від типу кабелю, матеріал оболонки і захисних покриттів і приймається рівним 15 – 20. Розміри оглядових колодязів повинні бути такими, щоб ці умови виконувалися.

Безпосередньо в ґрунт прокладають кабелі що маючи поверх оболонки захисне – броне покриття. Підземне прокладання кабелю здійснюються двома основними способами: кабелеукладчиком, а також ручним способом в попередньо підготовлену траншею. Перший спосіб більш продуктивніший і суттєво скорочує трудоемність. Глибина прокладання 0,9 – 1,2 м.

При використанні кабелеукладчика практично одночасно здійснюється утворення траншеї, розмотування і укладання кабелю. Після проходження кабелеукладчика утворюється в ґрунті щілина що засипається ґрунтом. При необхідності кабелюукладчиком можна прокласти одночасно два кабелі.

Прокладання кабелю в попередньо підготовлену траншею проводиться, як правило, з барабана, встановлених на кабельному транспорті або на автомашині обладнаній козлами домкратами.

Для підвішування оптичного кабелю використовується стальний трос, що несучий основне навантаження від дії вітру і обледеніння.

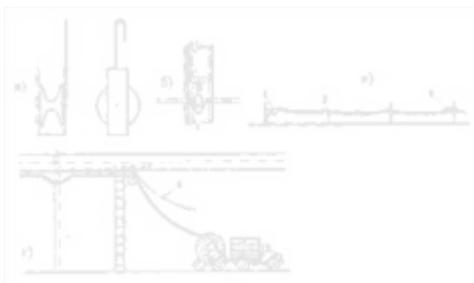


Рисунок 6.5 – Підвішування кабелю на повітряній опорі

а-ролик; б- положення ролика на опорі; в- кабель, піднятий на ролик; г- підйом кабелю подвійним роликком;

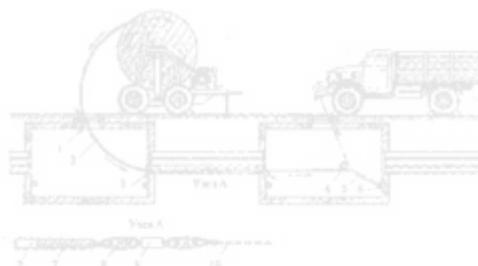


Рисунок 6.6 - Прокладання кабелю в каналізації кабельною машиною
1 – труба направляюча ТНГ; 2 – барабанз кабелем; 3 – пристрій УРКР;
4 – воронка канална БКП; 5 — ролик верхній; 6 — ролик нижній; 7 — лебедка
проводова ручна ЛПР; 8 — панчоха кабельна ЧСК-12; 9 — компенсатор обертання
ККР; 10 — распорка РГВ; 11 — блок кабельний БЛК.

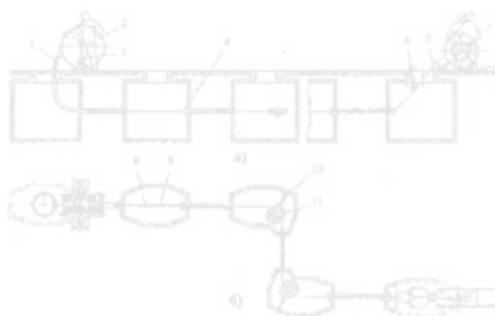


Рисунок 6.7 – Прокладання ОК в кабельній каналізації вручну
а – вид збоку; б – вид зверху;

Перед монтажем проводиться приймання прокладеного кабелю, в процесі якому перевіряється герметичність оболонки від попадання вологи, правильність розташування і глибини залягання кабелю в траншеї і каналізації, а також перевірка цілісності оптичних волокон з допомогою джерела світла. В кабельних колодязях і колекторах, що прилягає до телефонних станцій, оптичні кабелю прокладаються в захисних жолобах прямокутного перерізу (30×33мм) із твердого поліетилену, що оснащені кришками.



Рисунок 6.8 - Прокладання ОК в траншею з автомобіля

Торці волокон повинні бути чистими, гладкими, плоскими, а їхній скол повинний бути строго перпендикулярній осі волокна. Дуже важливим є геометричне узгодження волокна при стику, а саме:

- а) мінімальний поперечний зсув осей;
- б) мінімальні зазори між площинами торців;
- в) мінімальний кутовий зсув осей.

Зварювання що з'єднуються ОВ передбачає оплавлення кінців світловодів у результаті їхнього приміщення в поле могутнього джерела теплової енергії: поле електричного розряду, полум'я газового пальника в зону могутнього лазерною випромінювання. Кожен метод має як достоїнства так і недоліки. Найбільш розповсюдженим способом є зварювання ОВ у поле електричного розряду. Зварювання ОВ у полі електричного розряду складаються з двох етапів:

- 1) попереднє оплавлення торців світловодів. Ця операція використовується з метою часткової ліквідації мікро нерівностей, що виникають на торцях ВР під час сколювання. Тік у режимі оплавлення досягає 10...12 мА;
- 2) безпосереднє зварювання ОВ. При цьому струм дуги досягає 12...16 мА. Для автоматизації процесу зварювання ОВ і незалежності якості з'єднання від кваліфікації працівників останнім часом були розроблені і впроваджені автоматичні зварювальні апарати, що помітно підвищили швидкість і якість з'єднання світловодів.

Для монтажу ОК можна використовувати муфту FOSC 400 A4 фірми Raychem.

Схожість

Джерела з Бібліотеки

50

1	Студентська робота	ID файлу: 1015227442	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	18 Джерело	23.8%
2	Студентська робота	ID файлу: 1015176001	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		4.32%
3	Студентська робота	ID файлу: 1007946042	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National	4 Джерело	0.63%
4	Студентська робота	ID файлу: 1003932544	Навчальний заклад: National Aviation University	3 Джерело	0.52%
5	Студентська робота	ID файлу: 1000062362	Навчальний заклад: National Technical University of Ukr	2 Джерело	0.48%
6	Студентська робота	ID файлу: 1009592759	Навчальний заклад: National Technical University of Ukr	2 Джерело	0.43%
7	Студентська робота	ID файлу: 1005704281	Навчальний заклад: National Aviation University	4 Джерело	0.4%
8	Студентська робота	ID файлу: 1008323863	Навчальний заклад: National Aviation University		0.38%
9	Студентська робота	ID файлу: 1003957677	Навчальний заклад: National Aviation University		0.36%
10	Студентська робота	ID файлу: 6038512	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.14%
11	Студентська робота	ID файлу: 5911416	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.13%
12	Студентська робота	ID файлу: 1008331051	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		0.12%
13	Студентська робота	ID файлу: 1015078177	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.11%
14	Студентська робота	ID файлу: 1009753592	Навчальний заклад: V.I. Vernadsky Taurida National Univ	9 Джерело	0.09%
15	Студентська робота	ID файлу: 1918166	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.09%