

Ім'я користувача:
приховано налаштуваннями конфіденційності

ID перевірки:
1015577080

Дата перевірки:
13.06.2023 09:28:49 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Library

Дата звіту:
13.06.2023 09:31:50 EEST

ID користувача:
100011372

Назва документа: Гр ЕЗ-41 Ганас Назар

Кількість сторінок: 38 Кількість слів: 6474 Кількість символів: 47871 Розмір файлу: 1.22 MB ID файлу: 1015227442

15.3% Схожість

Найбільша схожість: 6.69% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1009606903)

Пошук збігів з Інтернетом не проводився

15.3% Джерела з Бібліотеки

44

Сторінка 40

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

87

1 АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ 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 ширококутового 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 2012–2019 роках 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 Тернопіль-Збараж.

Тернопіль – головне місто Галицького Поділля, обласний центр Тернопільської області. Населення 225,0 тис. мешканців. Місто розташоване на берегах річки Серет.

Будівництво оптичної магістралі Тернопіль-Збараж 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 фізичної витривалості);

– 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 проекрованої 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 проекрованої траси. При перетині з водними перешкодами **у переходи** вибираються в тих місцях в яких річка має найменшу ширину, де немає скелястих і кам'янистих ґрунтів, 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.

Довжина траси становить 19 км.

2 ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТОВОЛОКНА ТА РОЗРАХУНКИ ЙОГО ПАРАМЕТРІВ

Оптоволоконні системи є досконалим винаходом людства. Передача інформації може бути здійснена практично в будь-яку точку світу. Волоконно-оптичний кабель виступає в ролі провідника, який за допомогою світлового імпульсу доставляє дані. Такий вид лінії використовується виключно для зв'язку. Об'єкт складається з ізольованого тонкого скловолокна. Саме воно обумовлює протяжність транспортування світла. В одній схемі може бути кілька видів оптоволоконних кабелів.

Оптичний світловод – є фізичним середовищем транспортування оптичного сигналу і складається із серцевини та оболонки, що мають різні величини показників заломлення. Завдяки явищу повного внутрішнього відбиття, надається змога транспортувати оптичні сигнали (світло), що генеруються обладнанням, до якого підключене оптичне волокно. Повний опис процесу розповсюдження світла по оптичному волоконному світловоду (ВС) дає хвильова електромагнітна теорія. Вона показує, що розповсюджуватись по волоконному світловоду можуть лише ті типи хвиль, що формують у поперечному перетині ВС резонансну хвилю. Такі типи хвиль утворюють моди хвилеводу.

2.1 Властивості оптоволоконного кабелю

Оптоволокна використовуються в оптоволоконному зв'язку, який дозволяє передавати цифрову інформацію на великі відстані і з вищою швидкістю передачі даних, ніж в електронних засобах зв'язку. Відповідно до фізичних властивостей оптоволокна необхідні спеціальні методи для їх з'єднання з устаткуванням. Оптоволокна є основним елементом для різних типів волоконно-оптичних кабелів, залежно від того, де вони використовуватимуться.

Перше, що потрібно знати – оптоволокну дорожче інших матеріалів. Прокладати його складніше, тому що така робота вимагає і кваліфікації, і дорогого устаткування. Але за якістю оптоволоконний кабель набагато краще мідних і тим більше обміднення (алюміній з мідним покриттям). Дійсно, волоконно-оптичні лінії зв'язку мають велику кількість переваг в порівнянні з іншими способами передачі інформації. До найбільш важливих можна віднести такі характеристики:

- високий захист від перешкод, тому що світло як носій сигналу повністю залишається всередині оптоволоконного кабелю і не провокує зовнішніх електромагнітних випромінювань;

- захищеність і секретність інформації, що передається, що особливо важливо для відеоспостереження (підключитися до такого кабелю можна тільки при порушенні його цілісності);

- потенційна смуга пропускання досягає 1012 Гц, а значить це набагато більше електричних мереж;

- висока пожежна безпека, якщо змінюються хіміко-фізичні параметри середовища.

Звичайно, ОК не ідеальне і має свої недоліки, зокрема складний монтаж, який вимагає точності, роботи з дорогим обладнанням (наприклад, для створення відколу, від точності якого залежить загасання в роз'ємі). Крім того, ОК властива менша гнучкість і міцність, ніж у електричного кабелю, а також чутливість до іонізуючих випромінювань, перепадів температур, механічних впливів. Тому зараз виробники стали пропонувати клієнтам оптоволокну з оболонкою зі стійкого скла.

Оптоволоконний кабель — конструкція з одного або кількох ізольованих один від одного оптичних волокон (оптоволокну), укладених в оболонку(Рис.2.1). Крім власне оптичних волокон і ізоляції може містити екран, силові елементи та інші конструктивні елементи. Також це фізичний медіум, що складається з певної кількості оптичних волокон, оточених спільною захисною оболонкою, та використовується для передачі світлового

поток.



Рисунок 2.1– Структура оптоволоконного кабелю

Оптичний кабель складається із таких елементів:

1. Центральний (осьовий) елемент;
2. Оптичне волокно;
3. Пластикові модулі для оптичних волокон;
4. Плівка з гідрофобним гелем;
5. Поліетиленова оболонка;
6. Броня;
7. Зовнішня поліетиленова оболонка.

У практичному використанні оптоволоконна оболонка ґрунтується тривкими смолами буферного прошарку, який також може бути загорнутий у захисний шар. Ці прошарки додають міцності окремим волокнам, але не впливають на оптичні якості світловода. Вимогливі оптоволоконні збірки деколи включають світлопоглинаюче скло між окремими пучками для запобігання просочуванню світла із одного каналу передачі у інший. Це зменшує взаємні перешкоди, та знижує спалахи у пучках волокон при передачі зображень.

Оптоволоконно, на відміну від телефонного кабелю, має пропускну здатність в рази вищу, коштує практично так само, як і телефонний і забезпечує стабільну роботу інтернету за рахунок стійкості до радіоперешкод

та погодних умов.

Чим вище пропускна здатність, тим більше інформації можна передавати. Оптоволоконний кабель забезпечує високу пропускну спроможність: до 10 Гбіт/с і вище як на завантаження, так і на передачу даних. Показники мідного кабелю (телефонне з'єднання) це максимум 24 Мбіт/с на завантаження і 1Мбіт/с на передачу даних, тобто як що брати завантаження то швидкість оптоволоконна в 416 разів вища за швидкість мідного кабелю, а швидкість передачі даних в 10000 разів вища.

На відміну від електричних сигналів, які передаються в мідних проводах, світлові сигнали від одного волокна не впливають на сигнали інших волокон в одному і тому ж оптоволоконному кабелі, що дозволяє досягти більш високої якості інтернету та прийом ТВ-сигналу.

2.2. Види оптичного кабелю

Оптична кабельна лінія — лінія оптичних сигналів і складається з одного або декількох паралельних кабелів із з'єднувальними, стопорними та кінцевими муфтами (ущільненнями) та кріпильними деталями.

Сучасні кабелі будуються із використанням широкого асортименту захисних прошарків і обшивок, вони орієнтовані на прокладку під землею, захист від високовольтних пробіїв, експлуатацію із лініями передачі енергії, установку у трубопроводах, монтаж на телефонних стовпах та субмаринах, вживлення в асфальтовані вулиці.

Розрізняють одномодове і багатомодове волокно. Одномодове волокно (SM) найпоширеніших розмірів, буває: 8/125 і 9/125 мкм (це означає: діаметр серцевини — 8 мкм, діаметр волокна — 125 мкм тощо). Багатомодове (MM) найпоширеніших розмірів, буває: 50/125 і 62/125 мкм. Одномодове волокно дешевше за багатомодове, дозволяє передавати оптичний імпульс на великі відстані, з меншим розходженням сигналу на виході, але в той же час прямопередавальне устаткування для нього значно дорожче. Також є

багатомодове волокно з градієнтним профілем у якого зменшені ці недоліки
(рис. 2.2)

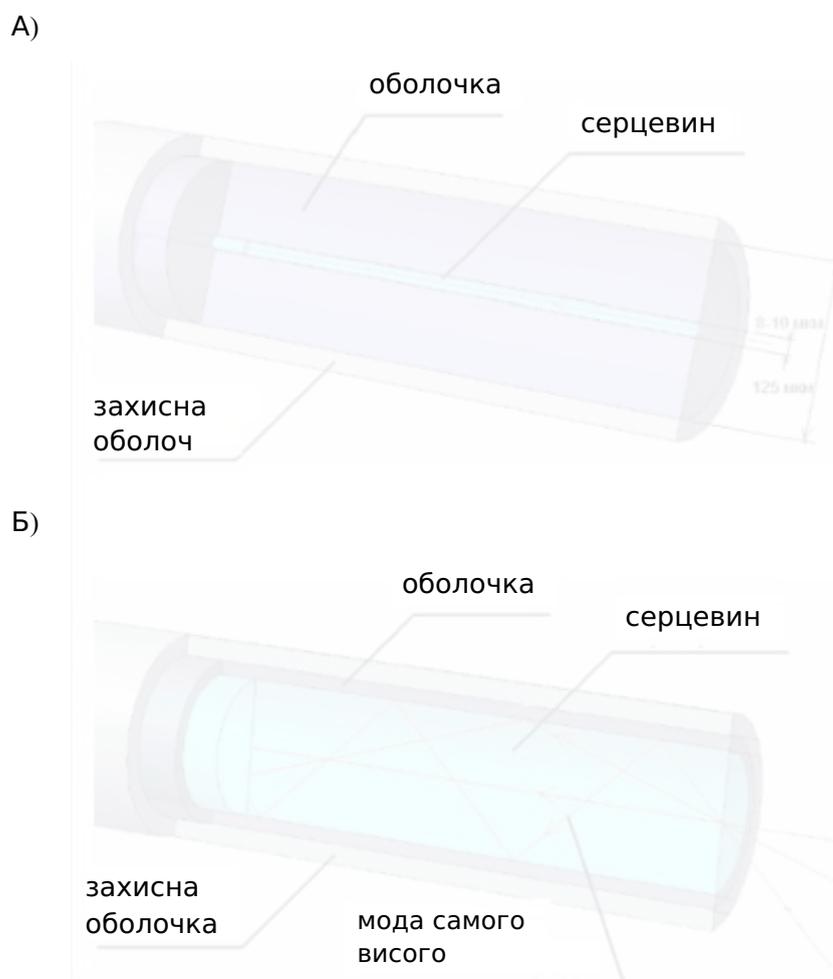


Рисунок 2. 2–Види оптоволокна (А – одномодове, Б- багатомодове)

Режим роботи ОВ (одно — чи багатомодове) визначається величиною нормованої частоти V .

Серцевина ОВ має змінну залежність величини показника заломлення по радіальній віссі світловоду, котра називається профілем показника заломлення (ППЗ). Світловоди бувають з градієнтним та зі сходиноким профілем показника заломлення.

Якщо $0 < V < 2,4048$, у волокні зі сходиноким профілем показника заломлення виконується одномодовий режим.

Одномодовий оптичний волоконний кабель. Відмінною рисою цього кабелю є наявність в ньому всього одного променя світла, а для передачі його всередині лінії використовується лазерний приймальний датчик.

Багатомодовий. Цей пристрій можуть транспортуватися відразу кілька променів світла. А передавачі в ньому розташовані світлодіоди. Якість даного гірше, ніж першого, а й ціна волоконно-оптичного кабелю такого виду не висока.

При установці систем відеоспостереження дуже важлива якість сигналу, що передається, і пропускна здатність лінії зв'язку. Тому фахівці обирають монтаж волоконно-оптичного кабелю серед інших кабельних систем. Він відрізняється значно більшою довжиною без додаткового посилення, високою надійністю і захищеністю від електромагнітних перешкод. Всі ці характеристики зробили оптичні лінії набагато більш затребуваними в монтажі кабельних систем зв'язку.

Оптичні світловоди із діаметром серцевини розміром приблизно одної десятої довжини несучої світлової хвилі, не можуть бути змодельованими використовуючи теорію геометричної оптики. Натомість, вся структура має бути розглянута із точки зору класичної електродинаміки, застосовуючи формули Максвела, що приведені до розв'язку рівняння розповсюдження електромагнітних коливань. Також, такі фізичні явища як спекли, що виникають за рахунок пропагації когерентного випромінення у багатомодових волокнах, теж мають бути обґрунтовані як наслідок теорії Максвела. Назразок оптичного хвилевода, світловод підтримує один чи декілька локалізованих поперечних режимів, у границях яких світло

просувається вздовж. Волокно, що працює тільки в одному режимі, називається одномодовим, чи мономодовим. Поведінка оптичних світловодів із значним розміром серцевини теж може бути змодельована за допомогою хвильових рівнянь, що у результаті демонструє їх здатність до пропускання світла у кількох режимах, або модах. Звідси походить і назва типів оптоволокна. Коли серцевина волоска достатньо велика для забезпечення пропagaції світлових променів у кількох модах, то математичні розрахунки згідно з теоріями Максвелла і геометричної оптики приблизно збігаються.

Найбільш розповсюджений тип одномодового волокна має діаметр серцевини 8-10 мікрометрів та спроектований для використання світла близького до інфрачервоного діапазону спектру. Структура моди залежить від довжини хвилі світла, яке задіяне у процесі роботи, таким чином світловод фактично підтримує незначну кількість додаткових мод у видимій частині спектру світла. Багатомодове оптоволокно, для порівняння, виготовлено із діаметром центральної жили поперечного розміру щонайменше ніж 50 мікрометрів, та що найбільше сотні мікрометрів. Оптичне волокно із великим діаметром серцевини (більше 10 мікрон) може бути розраховане за допомогою методів геометричної оптики. Таке волокно називається багатомодовим. Сходинкове багатомодовое волокно проводить промені світла вздовж серцевини завдяки ефекту повного внутрішнього відбиття. Промені, що падають на межу розділу компонентів волосини під стрімким кутом, більшим ніж кут повного внутрішнього відбиття, зазнають цілковитого відображення. Промені що стикаються із границею під малим кутом заломлюються у напрямку від серцевини до оболонки, а далі поглинаються і не передають інформацію. Значна цифрова апертура дає світлу пропagaватися вздовж волокна завдяки променям, що розташовані близько до осі, а також під різноманітними кутами, дозволяючи ефективне компонування пучок випромінювання у світловоді. Проте все, ця цифрова апертура збільшує дисперсію, оскільки промені що подорожують під різними кутами проходять відрізки шляху різної довжини. Це, у кінцевому результаті, впливає на

кількість часу необхідного для перетину загальної заданої довжини кабелю.

2.3 Розрахунок основних параметрів кабелю

Параметри, характеристики і методи їх вимірювання для оптичних волокон, визначені в міжнародних рекомендаціях ITU-T G.650.1, G.650.2, G.651, G.652, G.653, G.654, G.655, G.656 і стандартах IEC 60793-1, IEC 60793-2:

- погонне загасання у волокні в кабелі;
- хроматична дисперсія ;
- поляризаційна дисперсія моди;
- втрати на макровигинах ;
- діаметр поля моди
- довжина хвилі одномодового волокна в кабелі
- діаметр оболонки
- неконцентричність осердя
- некруглість оболонки
- стійкість до розриву

Оптичні волокна є лише середовищем розповсюдження сигналу. Для захисту, їх об'єднують в оптичні кабелі.

Оптичний кабель - кабельний виріб, котрий містить один чи більше оптичних волокон або пучків оптичних волокон в середині спільної оболонки, поверх котрої в залежності від умов експлуатації можуть знаходитись відповідне захисне покриття, в тому числі броня, силові і армуючі елементи. За необхідності, оптичний кабель може мати в своєму складі також електричні провідники.

Використовуючи вихідні дані, проведемо вибір і розрахунок основних параметрів оптичного кабелю.

Вихідні дані: діаметр серцевини світловоду $2a = 50$ мкм, показник заломлення $n_1=1,54$, $n_2=1,51$; довжина хвилі $\lambda=1,3$ мкм;

Співвідношення коефіцієнтів заломлення:

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{1,54 - 1,51}{1,54} = 0,02 \quad (2.1)$$

Числова апертура:

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \sqrt{1,54^2 - 1,51^2} = \sqrt{2,3716 - 2,2801} = 0,3 \quad (2.2)$$

Нормована частота:

$$V = \frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \frac{2 \cdot 3,1415 \cdot 25 \cdot 10^{-6}}{1,3 \cdot 10^{-6}} \cdot 0,3 = 36 \quad (2.3)$$

Число хвиль, що поширюються по світловоду визначаємо за формулою:

$$N = \frac{V^2}{2} = \frac{36^2}{2} = \frac{1296}{2} = 648$$

Таким чином, має місце багатомодова передача.

2.4 Визначення критичної довжини хвилі

Критична частота для хвилі Н_{Е21} (P_{nm} = 2,405) :

$$f_0 = \frac{P_{nm} \cdot c}{\pi d \sqrt{n_1^2 - n_2^2}} \quad (2.4)$$

де P_{nm} - параметр, що характеризує тип хвилі, c – швидкість світла,

величина якої дорівнює $3 \cdot 10^8$ м/с.

$$\lambda_0 = \frac{2,405 \cdot 3 \cdot 10^8}{3,1415 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \sqrt{1,54^2 - 1,51^2}} = 15,3 \cdot 10^{12}$$

Критична довжина хвилі:

$$\lambda_0 = \frac{\pi d}{P_{nm} \cdot n_1} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \frac{3,1415 \cdot 50 \cdot 10^{-6}}{2,405 \cdot 1,54} \sqrt{1,54^2 - 1,51^2} = 12,9 \quad (2.5)$$

Оскільки, $12,9 \text{ мкм} > 1,3 \text{ мкм}$, тобто виконується умова $\lambda_0 > \lambda$, тому передача світловодом хвилі довжина якої $1,3 \text{ мкм}$ є можливою.

2.5 Визначення загасання та дисперсії

Дисперсія в оптичному волокну призводить до збільшення тривалості імпульсів, котрі передаються вздовж волокна. Дисперсія має розмірність часу і визначається як середньоквадратична різниця тривалості імпульсу на виході і вході волокна.



Рисунок 2.3– Спотворення оптичного імпульсу в наслідок дисперсійних перекозень

Загасання в сучасному оптоволоконному кабелі є значно меншим, ніж у мідному електричному кабелі, що вплинуло на розвиток ліній телекомунікаційних передач довжиною 70-150 км. Загасання визначає

довжину регенераційних ділянок (відстані між регенераторами).

Загасання характеризується коефіцієнтом α (коефіцієнт загасання світловодних трактів оптичних кабелів), який обумовлений власними втратами у волоконних світловодах α_g 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 : $\alpha = \alpha_g + \alpha_k$. Власні втрати волоконних світловодів складаються, в першу чергу, з втрат на поглинання α_d і втрат на розсіювання α_r - α_p - втрати у світловоді зумовлені неоднорідністю матеріалу світловоду, залежать від матеріалу та робочої довжини хвилі дБ/км;

Втрати на поглинання суттєво залежать від чистоти матеріалу і за наявності сторонніх домішок можуть досягати значних величин: $\alpha_d + \alpha_p$. Втрати на розсіювання обмежують границі мінімально допустимих значень втрат у волоконних світловодах. В результаті:

$$\alpha_g \equiv \alpha_p + \alpha_d + \alpha_r, \quad (2.6)$$

де α_d - загасання світловоду за рахунок втрат при поглинанні дБ/км;

α_p - втрати у світловоді за рахунок сторонніх домішок, ці втрати не перевищують 0,1 дБ/км;

Втрати енергії при поглинанні визначається за формулою (2.7):

$$\alpha_{II} = \pi \cdot n \cdot \operatorname{tg} \delta \frac{\delta}{\lambda} \quad (2.7)$$

де $n = \sqrt{\mu\epsilon}$ - показник заломлення, λ - довжина хвилі (нм); $\operatorname{tg} \delta$ - тангенс кута діелектричних втрат у світловоді. З формули (10) видно, що частотна залежність загасання поглинання має лінійний характер.

$$\alpha_{II} = \frac{3,1415 \cdot 10^{-20} \cdot 1,54}{1,3 \cdot 10^{-6}} = 3,67 \cdot 10^{-4} \frac{\text{дБ}}{\text{м}} = 3,2 \text{ КМ}$$

Втрати на розсіювання визначаємо за формулою (2.8):

$$\alpha_p = K_p \lambda^{-4} \quad (2.8)$$

де $K_p = 1,5 \text{ мк м}^4$ (для кварцу); λ - довжина хвилі в мкм. Це розсіювання має релеєвський характер, тому зростає з частотою по закону f^4 .

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

$$\alpha_p = \frac{1,5 \text{ мкм}^4}{1,3^4 \text{ мкм}^4} = 0,52 \frac{\text{дБ}}{\text{км}}$$

Загальні втрати :

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

Пропускна здатність оптичного кабелю суттєво залежить від типу і властивостей волоконних світловодів (одномодові, багатомодові, градієнтні), а також від типу випромінювача (лазер, світлодіод).

Однією з причин виникнення дисперсії є залежність показника заломлення від довжини хвилі (частоти). Як наслідок, хвилі з різною довжиною проходять різний оптичний шлях. Дисперсія призводить до спотворення імпульсів і обмеження смуги передачі по світловоду. Дисперсія виникає внаслідок двох причин. Перша причина – це некогерентність джерел випромінювання $\Delta\lambda$, а друга причина – це існування великого числа мод N. Некогерентність випромінювача призводить до появи спектру $\Delta\lambda$ їх хроматичної дисперсії.

Можна виділити чотири види дисперсії світловодів:

- міжмодова;
- матеріальна;
- хвильова;

– профільна.

Найнебезпечнішою є міжмодова дисперсія, обумовлена тим, що час поширення мод у світловоді різний. У зв'язку із цим багатомодові світловоди в довгих ВОЛЗ не застосовуються. Матеріальна дисперсія обумовлена залежністю показника заломлення світловода від довжини хвилі. Хвильова дисперсія обумовлена процесами усередині однієї моди й характеризуються залежністю швидкості поширення моди від довжини хвилі. Профільна дисперсія залежить від профілю показника заломлення.

В одномодових кварцових світловодах на довжині хвилі 1,3 мкм. хвильова й матеріальна дисперсії компенсують одна одну. Тому найбільша пропускна здатність кварцових світловодів спостерігається на цій довжині хвилі.

Величина збільшення значення імпульсу за рахунок модової дисперсії, яка 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.

Для східчастих світловодів τ можна розрахувати за формулою (2.10):

$$\tau = \frac{n_1 \cdot \Delta l}{c} = \frac{(NA)^2 \cdot l}{2n_1 c} \quad (2.9)$$

Для градієнтних світловодів τ можна розрахувати за формулою (13):

$$\tau = \frac{n_1 \cdot \Delta^2 l}{2c} = \frac{(NA)^4 \cdot l}{8n_1^3 c} \quad (2.10)$$

де NA – числова апертура, $NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$, $\Delta = \left(\frac{1 - n_2}{n_1} \right) / n_1$; n_1 – показник заломлення сердечника; n_2 – показники заломлення оболонки; l – довжина світло-вода; c – швидкість світла (км/с).

Розрахуємо дисперсію для східчастого світловода довжиною 10 км :

$$\tau = \frac{1,54 \cdot 0,03 \cdot 10}{3 \cdot 10^5} = 0,154 \cdot 10^{-5} \text{ с} = 1,54 \cdot 10^{-6} \text{ с} = 1,54 \text{ нс}$$

Розрахуємо дисперсію для градієнтного світловода довжиною 10 км:

$$\tau = \frac{1,54 \cdot (0,03)^2 \cdot 10}{2 \cdot 3 \cdot 10^5} = 0,00231 \cdot 10^{-5} \text{ с} = 23,1 \text{ нс}$$

Дисперсія градієнтного світловода суттєво менша за дисперсію ступінчастого світловода (перевищення у 15 разів), що вказує на перевагу східчастого хвилеводу.

Також доцільно було б розрахувати смугу пропускання ΔF . Для градієнтного світловоду смуга пропускання обчислюється за формулою (2.11):

$$\Delta F = \frac{1}{\tau} \quad (2.11)$$

$$\Delta F = \frac{1}{23,1 \cdot 10^{-9}} = 0,044 \text{ МГц} = 44 \cdot 10^6 = 44$$

Межі зміни фазової швидкості:

$$V_{f \dots \min} = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,54} = 1,95 \cdot 10^8 \text{ /} \quad (2.12)$$

$$V_{f \dots \max} = \frac{c}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,51} = 1,99 \cdot 10^8 \text{ /} \quad (2.13)$$

Межі зміни хвильового опору:

$$Z_{OM} = \frac{Z_0}{n} = \frac{377}{1,54} = 244,6 \quad (2.14)$$

$$Z_{OM} = \frac{Z_{OM}}{\eta} = \frac{376,7}{1,51} = 249,5 \quad (2.15)$$

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 2.1

Таблиця 2.1– Параметри, специфіковані для оптичних інтерфейсів

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

При виборі реального максимального значення загасання в оптичному лінійному тракті регенераційної ділянки (A_{\max}) рекомендується взяти різницю максимального рівня випромінювання ($P_{\max \text{ випр}}$) і мінімального рівня чутливості ($P_{\min \text{ чутил}}$) 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. Величина запасу $A_{\text{зап}} = 6 - 10$ дБ.

$$A_{\max} = P_{\max \text{ випр}} - P_{\min \text{ чутил}} - A_{\text{зап}}, \text{ дБ} \quad (2.16)$$

$A_{\max} = 3 - (-27) - 10 = 20$ д Б хвиль, 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.

Таблиця 2.2– Основні параметри оптичних волокон

| | Назва параметру для волокна стандарту G655 типу NZDSF | Одиниці вимірювання | Значення параметру |
|---|-------------------------------------------------------|---------------------|--------------------|
| 1 | Загасання кілометричне $\lambda = 1310$ нм | дБ/км | 0.35 – 0.4 – 0.5 |
| 2 | Загасання кілометричне $\lambda = 1550$ нм | дБ/км | 0.2 – 0.25 |
| 3 | Хроматична дисперсія $\lambda = 1310$ нм | пс/(нм · км) | 6 – 9 |
| 4 | Хроматична дисперсія $\lambda = 1550$ нм | пс/(нм · км) | 0.8 – 4.6 |

3 РОЗРАХУНОК ДОВЖИНИ РЕГЕНЕРАЦІЙНОЇ ДІЛЯНКИ

Регенераційна ділянка (РД) – це відстань між двома ретрансляторами оптичного сигналу.

Довжину РД обмежує один із двох факторів - загасання або дисперсія. При визначенні довжини РД необхідно на першому етапі знайти максимально припустиму відстань (обмежену загасанням світловодного тракту), на яку можна передати сигнал, а потім його відновити. Другим етапом визначають пропускну здатність оптичного кабелю й знаходять довжину траси, на яку ще можливо передавати оптичні сигнали із заданою швидкістю. У багатомодових світловодах довжина РД звичайно обмежується дисперсією, а в одномодових світловодах - загасанням.

Довжина регенераційної ділянки лінії зв'язку визначається виходячи з наступних вимог.

1) Потужність сигналу на виході повинна перевищувати задану граничну потужність приймача, що визначається співвідношенням (6.1):

$$P_{\text{пер}} - P_{\text{в}} - P_{\text{р}} \cdot P_{\text{р}} - P_{\text{н}} \cdot n_{\text{н}} - \alpha \cdot L - P_{\text{т}} - P_{\text{вр}} > P_{\text{пор}}, \quad (3.1)$$

де $P_{\text{пер}}$ – потужність передавача випромінювання, мВт;

$P_{\text{в}}$ – втрати потужності при вводі випромінювання у світловод;

$P_{\text{р}}$ – втрати потужності в роз'ємному з'єднанні;

$n_{\text{р}}$ – кількість роз'ємних з'єднань;

$P_{\text{н}}$ – втрати потужності в нероз'ємному з'єднанні;

$n_{\text{н}}$ – кількість нероз'ємних з'єднань;

α – коефіцієнт втрат потужності в кабелі на одиницю довжини;

L – довжина кабеля від передавача до ретранслятора;

$\Pi_m = 0,5 \div 1,5$ – втрати, пов'язані з температурними змінами, дБ;

$\Pi_{вр} = 2 \div 6$ – часові втрати, зв'язані зі старінням кабеля, дБ;

$P_{пор}$ – гранична потужність приймача

Співвідношення (6.1) часто записують і в іншому виді:

$$\theta = \frac{P_{пер} - P_{пор}}{P_{в}}, \quad (3.2)$$

де θ – енергетичний потенціал апаратури;

$P_{пер}$ – потужність передавача;

$P_{пор}$ – гранична потужність приймача;

Π_v – втрати при введенні випромінювання у світловод.

З урахуванням співвідношень (19) і (20) довжина регенераційної ділянки може бути визначена з наступної нерівності:

$$L \leq \frac{\theta - \Pi_{г} - \Pi_{вр} - \Pi_{в}}{\alpha}. \quad (3.3)$$

Величина $\sigma_{\Delta t}$ залежить від типу світловода. Крім того, при визначенні $\sigma_{\Delta t}$ потрібно враховувати швидкодію передавального оптичного модуля й прийомного оптичного модуля. Середньоквадратичне розширення імпульсу у світловоді визначається співвідношеннями:

– для багатомодового східчастого світловода:

$$\sigma_{\Delta t} = \frac{(NA)^2}{2n_c c}, \quad (3.4)$$

де c – швидкість світла;

– для багатомодового градієнтного світловода:

$$\sigma_{\Delta f} = \frac{(NA)^4}{8n_0^3 c} \quad , \quad (3.5)$$

– для одномодового світловода:

$$\sigma_{\Delta f} \equiv \Delta\lambda \cdot \sigma_H(\Delta f) \quad , \quad (3.6)$$

де $\Delta\lambda$ – ширина спектра випромінювання лазера;

$\sigma_H(\Delta f)$ – нормоване значення часового розширення імпульса.

Величина енергетичного потенціалу залежить від швидкості передачі, технічного рівня елементів електрооптичних і оптоелектронних перетворювачів, довжини хвилі використовуваного джерела випромінювання й інших факторів. У табл.3.1 наведені довідкові дані енергетичного потенціалу деяких систем.

Таблиця 3.1–Енергетичний потенціал систем ВОЛЗ

| Система | Довжина хвилі, мкм | Швидкість передачі, Мбіт/с | Число каналів | Енергетичний потенціал, дБ |
|-----------|--------------------|----------------------------|---------------|----------------------------|
| ІКМ 480-5 | 1,3 | 34,368 | 480 | 38 |
| Сопка-3М | 1,55 | 34,368 | 480 | 38 |
| Сопка-5 | 1,55 | 668,4672 | 7680 | 25 |

Енергетичний запас системи (С) звичайно становить 6дБ (6 - 10дБ). Він необхідний для компенсації ефекту старіння елементів апаратури і оптичного кабеля, компенсації додаткових втрат при ремонті оптичного кабеля (втрати на стиках кабельних вставок) і інших відхилень параметрів ділянки в процесі експлуатації.

Додаткові втрати в пасивних компонентах ВОЛЗ (A_a) становлять (3 – 5) дБ і виникають за рахунок роз'ємних з'єднувачів, пристроїв з'єднання лінійного кабеля зі станційним і т.п.

Будівельна довжина оптичного кабеля l_{cd} становить (2-5) км.

Довжина РД обмежується також пропускною здатністю оптичного кабеля. Пропускна здатність ΔF є одним з основних параметрів ВОЛЗ, тому що вона визначає смугу частот переданого сигналу й відповідно об'єм переданої інформації. Пропускна здатність оптичного кабеля істотно залежить від використовуваних у них типів оптичних волокон (одномодові, багатомодові: східчасті, градієнтні), які можуть мати різні дисперсійні параметри.

Дисперсійні перекручування істотно залежать від довжини оптичного волокна, тому величина ΔF нормується на один кілометр оптичного кабеля. Так, якщо на кілометровій довжині оптичного волокна відбувається розширення імпульсу на $\Delta t = 10$ нс, то його пропускна здатність ΔF обмежена 44 МГц (при гаусовій формі імпульса).

Для того щоб оцінити спроможність якої-небудь ділянки ВОЛЗ довжиною l_x передавати інформацію з певною шириною смуги частот, при відомій нормованій смузі пропускання оптичного кабеля на один кілометр ΔF , для коротких ліній, менших, чим довжина сталого режиму ($l_x < l_c$), використовують співвідношення:

$$\Delta F_x = \frac{\Delta F_1}{l_x} \quad (3.7)$$

Для ліній, довших, ніж довжина сталого режиму ($l_x \geq l_c$), використовують співвідношення:

$$\Delta F_x = \frac{\Delta F_1}{\sqrt{l_x \cdot l_c}} \quad (3.8)$$

Для східчастого багатомодового волокна довжина лінії сталого режиму становить 5–7 км, для градієнтного волокна 10–15км, для одномодових волокон – 25–30км.

На рис. 3.1 показаний графік залежності дисперсії й пропускної спроможності від довжини лінії.



Рисунок 3.1– Графік залежності дисперсії й пропускної спроможності від довжини лінії

Якщо відомо максимальне допустиме загасання оптичного сигналу на регенераційній ділянці для вказаної системи передачі ($A_{\max, \text{рд}}$) та кілометричне загасання для оптичного волокна для вибраної довжини хвилі λ , то можна визначити максимальну довжину оптичного волокна на регенераційній ділянці

$L_{\max \text{OB}}$, розрахувавши її за формулою (27);

$$L_{\text{км}} = \frac{A_{\max, \text{рд}}}{\alpha} = \frac{20}{0,35} = 57 \quad (3.9)$$

де $A_{\max, \text{рд}}$ – загасання.

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

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

$$N_{\text{зв}} = \frac{L_{\max \text{OB}}}{L_{\text{БД}}} - 1 = 28 \quad (3.10)$$

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

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

$$A_{\text{зв}} = \alpha \cdot N_{\text{дБ}} = 0,1 \cdot 28 = 2,8 \quad (3.11)$$

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

Визначаємо загасання сигналу в кінцевих роз'ємних пристроях A_p :

$A_{\text{дБ}} = 0,3 \cdot 2 = 0,6$, де 0,3дБ – це загасання сигналу в парі роз'ємних з'єднань.

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

$$A_{\text{з'єдн}} = A_{\text{зв}} + A_p = 2,8 + 0,6 = 3,4 \quad (3.12)$$

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

$$A_{\text{ОВрО}} = A_{\text{максдн}} - A_{\text{дБ}} = 20 - 3,4 = 16,6 \quad (3.13)$$

Визначаємо еквівалентну сумарну довжину ОВ на довжині регенераційної ділянки.

$$L_{\text{КМ}} = \frac{A_{\text{ОВ}}}{\alpha} = \frac{16,6}{0,35} = 47 \quad (3.14)$$

Для визначення реальної максимальної довжини регенераційної ділянки треба врахувати наступні фактори:

– 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 вищенаведене, можна визначити геометричну трасову довжину регенераційної кабельної ділянки використовуючи формулу (33):

$$L_{\text{км}} = \frac{L_{\text{ОВ}} - (0,02 \cdot N)}{1,01 \cdot 1,02} = \frac{47 - 0,02 \cdot 28}{1,0302} = 45 \quad (3.15)$$

Результати розрахунків для двох довжин хвиль заносимо в таблицю 3.2

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку максимальної довжини регенераційної ділянки

| Тип оптичного волокна G652 | Довжина хвилі (нм) | Загасання ОК(дБ/км) | Будівельна довжина (км) | Кількість зварювань | Макс.довжн. реген.ділянки (км) |
|----------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------------|
| SSF | 1310 | 0.35 | 1,94 | 28 | 57 |
| | 1550 | 0.21 | 1,94 | 34 | 70 |

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.

4 РОЗБИВКА ТРАСИ НА РЕГЕНЕРАЦІЙНІ ДІЛЯНКИ

Для розробки ситуаційного плану проектованої лінії в даній роботі було використано карту доріг Тернопільської області, масштаб карти 1:250000. Згідно завдання траса повинна прокладатися вздовж шосейних доріг між містами Рівне та Здолбунів. 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 6. Далі встановлюємо відстані на яких змінюються умови прокладання кабелю, враховуючи характер місцевості та перешкоди, які долає ВОЛЗ, та заносимо в таблицю 4.1

Таблиця 4.1– 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 | Тернопіль-Збараж | 19 |
| Сумарна довжина траси ВОЛЗ Тернопіль-Збараж | | | 19 |

Сума довжини окремих регенераційних ділянок повинна дорівнювати довжині ВОЛЗ.

Нумерація "1" 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 к-тю населення) населеного пункту.

Таблиця 4.2–Розбивка кабельної траси

| № ділянки | Довжина (км) | Характеристика ділянки | Метод прокладання | Тип ОК |
|-----------|--------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | 3,0 | Міські забудови м. Тернопіль | В існуючій кабельній каналізації міста | ОКЛ-ОМ-18 |
| 2 | 3,0 | Відкрита місцевість, луки, орні землі | ЗПТ, траншеї | ОКЛ-ОМ-18 |
| 3 | 1,0 | Перехід через р. Серет | ЗПТ, кабелеукладач, з попереднім вирівнюванням бульдозером спусків до річки | ОКЛ-ОМ-18 |
| 4 | 0,5 | Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям | з Азбестоцементні труби,ЗПТ, напрям-лене буріння | ОКЛ-ОМ-18 |
| 5 | 1 | Відкрита місцевість, луки, поля | ЗПТ, кабелеукладач | ОКЛ-ОМ-18 |
| 7 | 2,5 | Відкрита місцевість, луки, орні землі | ЗПТ, кабелеукладач | ОКЛ-ОМ-18 |
| 8 | 2 | Сільські забудови | ЗПТ, траншеї | ОКЛ-ОМ-18 |
| 9 | 3 | Відкрита місцевість, луки, орні землі | ЗПТ, кабелеукладач | ОКЛ-ОМ-18 |
| 10 | 2 | Перехід через шосейну дорогу з твердим покриттям. | Азбестоцементні труби, ЗПТ, напрям-лене буріння | ОКЛ-ОМ-18 |

| | | | | |
|----|-----|---------------------------------------|--------------------|-----------|
| 11 | 2,5 | Відкрита місцевість, луки, орні землі | ЗПТ, кабелеукладач | ОКЛ-ОМ-18 |
| 12 | 1,5 | Сільські забудови | ЗПТ, траншеї | ОКЛ-ОМ-18 |

5 ПРОКЛАДАННЯ КАБЕЛЮ

5.1. Особливості монтажу ОК

Монтаж оптичного кабелю може виконуватися згідно прийнятих норм з прокладання електричних кабелів зв'язку та слабкострумних каналів. Оптичні кабелі не дозволяється прокладати в одному коробі, лотку, або трубі спільно з іншими різновидами силових проводок та систем автоматизації. Забороняється застосовувати вентиляційні канали і шахти та шляхи евакуації людей. Оптичні кабелі які прокладені відкрито в місцях можливого механічного впливу повинні бути на висоті до 2,5 м від підлоги приміщення, або 2 м від площадок обслуговування. Також варто виконати захист трубами, механічними кожухами і чи іншими матеріалами відповідно до робочої документації.

Оптичний кабель для ліній зв'язку може бути укладений таким чином:

– у кабельну каналізацію або кабельний колектор;

– безпосередньо у ґрунт — з використанням кабелеукладальника (броньований кабель) або задувається в раніше прокладену трубку (полегшений або звичайний кабель);

– підвіс кабелю — повітряна лінія зв'язку. Для кожного випадку виготовляються спеціальні кабелі, оболонки, що відрізняються типом, броні, допустимим розтягуючим зусиллям і іншими параметрами.

Одне з серйозних обмежень у використанні оптичних кабелів – необхідність особливого, акуратного відношення до їх укладання,

оброблення, з'єднання і окінцювання, тобто абсолютно до всіх елементів технічного процесу монтажу кабельної лінії. Помилки в цьому процесі обходяться надто дорого від заміни зіпсованого з'єднувача до установа з'єднувальної муфти на місці пошкодженого кабелю. Здебільшого вони зводилися до набору спеціальних прийомів для захоплення кабелю при втягуванні в канал кабельної каналізації, щоб забезпечити рівномірність прикладеного поздовжнього тягового зусилля, обмежити його максимально допустимим рівнем, а також суворо витримати норму мінімального радіуса вигину. Для успішного виконання цих завдань створений цілий набір монтажних пристосувань: кабельні панчохи і захоплювачі, електричні і гідравлічні тягові лебідки з електронним управлінням й обмежувачем зусилля, а також захисні пристрої, мастило та ін.

Річ у тому, що і пайка оптоволоконного кабелю, і монтаж, і навіть проектування волоконно-оптичних ліній зв'язку вимагають високої кваліфікації і досвіду від фахівця. Все це визначає вартість зварювання оптоволоконна і інших робіт з прокладання оптоволоконного кабелю.



Рисунок 5.1 Приклад прокладання

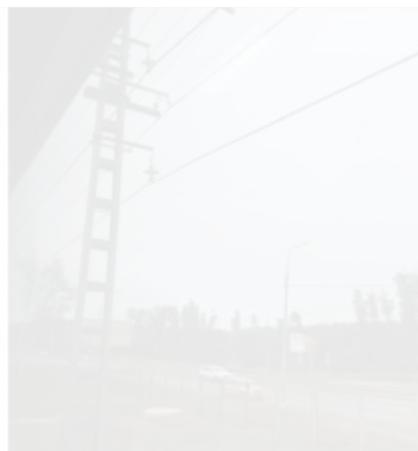


Рисунок 6.2 Приклад прокладки

ОК у траншеї

підвісного ОК

5.2 Технічні засоби для вкладання кабелю

Прокладка оптоволоконного кабелю – непроста і трудомістка робота, яка можлива в ґрунті, кабельній каналізації, повітряними лініями електропередач, всередині і зовні приміщень на стінах. Отже, монтаж оптичних кабелів охоплює такі етапи: Фахівцю необхідно особисто побувати на об'єкті, уточнити всі важливі дані, узгодити метод протягання оптоволоконного кабелю з клієнтом. Не обійтися без розробки і супроводу проектної документації. Основні труднощі, які доводиться долати, виникають при різанні оптичних кабелів, – броньовий покриття (сталевий стрічка або сталевий дріт) внутрішні силові елементи (сталевий трос, склопластиковий стержень). Оскільки оптичне волокно чутливе до осьових і радіальних деформацій, то оптичні кабелі мають силові елементи у більшій кількості, ніж у кабелів з мідними жилами. Це стосується не тільки кабелів для зовнішнього прокладання, але й тих, що призначені для укладання у середині будівель.

Бронювання ОК здійснюється тонкою сталевією або алюмінієвою гофрованою фольгою. А так звані мікрокабелі, які використовуються для виготовлення комутаційних шнурів і виконання горизонтальних ділянок структурованих кабельних мереж, являють собою одиничні або подвійні оптичні волокна в буферному покритті з одним або двома захисними шарами полімерної ізоляції. Так або інакше, але для більшості оптичних кабелів недорогі кабелерізи, що призначені для монтажу мідних кабелів, є непридатними. Для них потрібний дорожчий інструмент, леза якого розраховані на різання сталі. Втім, такий самий інструмент необхідний і для різання броньованих кабелів з мідними жилами.

Перші етапи оброблення оптичних кабелів (видалення верхнього шару захисних і броньових покривів) виконуються тими самими інструментами, що і

оброблення кабелів з мідними жилами. Ніяких особливостей тут немає – полімерна ізоляція і фольга розрізаються різачками (рис. 5.1), а сталевий дріт розрізається кусачками (рис. 5.2). Проте без застосування декількох спеціальних

інструментів не обійтися. По-перше, це ножиці з керамічними лезами (рис.5.3) для видалення ниток з кевлара, які часто застосовуються для зміцнення кабелю. Звичайні ножиці такі тонкі, гнучкі та міцні арамідні нитки не ріжуть, а видавлюють або гнуть. По-друге, це пристосування для зняття полімерної ізоляції з мікрокабелів (рис.5.4). При виконанні роботи не універсальним, а спеціалізованим інструментом ризик пошкодження оптичного волокна істотно

знижується, оскільки його робочі поверхні мають фіксовану настройку.

Слід зазначити, що важливо добре знати конструкцію оброблюваного кабелю, оскільки останній шар захисного покриття кабелю або трубка модулів (захисних елементів, що містять декілька волокон) потрібно видаляти з особливою акуратністю. Після видалення всіх захисних шарів відкривається доступ до оптичних волокон в буферному покритті. На цьому схожість монтажу оптичних та електричних кабелів закінчується, і далі працювати з ОК можливо тільки спеціальним інструментом.



Рисунок 5.1 Кусачки для ОК



Рисунок 5.2 Різак для ОК



Рисунок 5.3 Ножиці із керамічними лезами



Рисунок 5.4 Інструмент для зняття оболонки та ізоляції

Прокладення оптоволоконного кабелю це найдовший і відповідальний процес, який починається з підготовки. Для роботи знадобляться спеціальні інструменти:

- сколювач пристрій, який призначений для отримання плоскої і перпендикулярної оптоволокну поверхні відколу. Для цього його протирають спиртом, фіксують в апараті, а ніж в обладнанні робить на кабелі мікроскопічний надріз і за рахунок невеликих зусиль він розколюється в потрібному місці.

- зварювальний апарат пристрій, завдання якого лежить в зрощуванні оптоволокну. Його виконують особливо часто при великій протяжності лінії зв'язку або якщо кабель складається з декількох відрізків. Для цього сколені волокна фіксуються, потім зварювальний апарат подає короткий розряд на кінці оптоволокну, щоб позбутися від пилу. Після цього пристрій зводить волокна для зварювання оптичного кабелю по трьох координатах з наростаючою точністю. Останнє завдання зварювального апарату – оцінити якість роботи на міцність, загасання. Далі майстер дістає оптоволокну і муфту, щоб закрити місце зварювання, а після кладе все в піч для усадки і по закінченню потрібного часу чекає до повного охолодження.

- оптична муфта або крос, призначені для з'єднання оптичного кабелю і підключення до нього потрібного обладнання;
- спирт і серветки для очищення;
- стриппер, якщо потрібно зачистити оптоволокну.

Для підготовки до монтажу оптичного кабелю використовують набір інструментів, призначений для лінійних волоконно-оптичних кабелів та з'єднувальних світловодних шнурів у процесі монтажу волоконно-оптичних ліній зв'язку.



Рисунок 5.5– Загальний вид зварювального обладнання ОВ FSM 39

Набір звичайно розміщено в кейсі, де є всі необхідні інструменти провідних фірм світу, а також все необхідне для роботи з ОК, від серветок для протирання ОВ до гідрофобного заповнювача до ліхтаря. Приблизний склад набору такий:

- гострогубці для сталюого несучого троса;
- стрипери для видалення покриття волокна;
- стрипери-прищепки для видалення фрагментів оптичного модуля;
- інструмент для розробки оптичних модулів різних діаметрів;
- інструмент для розробки зовнішньої оболонки кабелю;
- ножиці для арамідних ниток;
- пінцет;
- лупа з 10-кратним збільшенням (інколи ручний мікроскоп зі збільшенням до 400 тис. разів);
- карточка візуалізатор інфрачервоного випромінювання;
- рідина для змивання гідрофоба;

- дозатор для спирту;
- серветки;
- пасатигі;
- гострогубці;
- набір викруток;
- ножівка для металу;
- ніж;
- рулетка вимірювальна;
- ліхтарик;
- набір дротів для чищення адаптерів;
- маркувальні самоклеючі етикетки;
- клейка стрічка.

Як приклад на рис. 5.6 наведено вид та склад базового набору інструментів для монтажу ОВ ВОЛП FIS-53.



Рисунок 5.6 Зовнішній вигляд базового набору інструментів FIS-53

Попередній контроль після монтажу оптоволоконного кабелю допомагає попередити недоліки і вчасно їх виправити, а значить гарантує правильну роботу обладнання. Для тестування потрібні спеціальні

контрольно-вимірювальні прилади:

- візуальний дефектоскоп ;

Його завдання виявити зовнішні пошкодження в оптоволокну і програмних засобах зв'язку, визначити якість пайки оптичного кабелю;

- оптичний рефлектометр;

Здатний визначити причини несправності і надати всю інформацію про лінії зв'язку.

- проділ для оптоволоконного трасування;

Визначає наявність сигналу;

- вимірювачі оптичної потужності;

Необхідний для налаштування рівня лазерного випромінювання обладнання, перевірки потужності на окремих ділянках мережі;

- аналізатори оптичного спектра;

Допомагають в налаштуванні і оптимізації систем передачі даних;

– визначники обривів оптоволоконна, детектори випромінювання та інші пристрої.

У виборі такої продукції важливу роль відіграє виробник і наявність різних видів в одному місці. Класифікація таких провідників визначається характеристиками волоконно-оптичних кабелів:

- внутрішній монтаж;

Виділяють розподільні, які потрібні для утворення мережі і абонентські, використовувани для підключення інтернету клієнту.

- підвісне монтування;

Системи відеоспостереження, телефонний зв'язок.

– при зовнішній установці використовують броньований варіант шнура, де метал надійно захищає скляний сердечник від несприятливих зовнішніх умов. Такий волоконно-оптичний кабель по характеристикам займає високі позиції.

– при закладці в ґрунт використовують броньований кабель волоконно-оптичного кабелю (з дроту або з стрічкової захистом).

– підвісна (з тросом або без нього);

Використовуються для проведення кабелю по повітрю. Провід з тросом є самонесучим.

– монтування під водою;

Такі оптоволоконні кабелі мають певну специфіку укладання і збірки, і тому для таких пристроїв в першу чергу необхідна наявність захисту (броні), що залежить від обставин і території укладання.

Інші переваги використання оптичного кабелю можна назвати такі:

- висока стійкість до перешкод, в порівнянні з електричним кабелем;
- практично повна відсутність впливу окремих жил кабелю одна на одну;
- велика пропускна здатність;
- відсутність перешкод при передачі інформації;
- захищеність каналу;

Вкрай складно підключитися до каналу передачі даних без його істотного ушкодження;

– збільшення відстаней передачі інформації без використання підсилювачів сигналів;

– загальна безпечність (у першу чергу пожежна) оптичних кабелів у разі розриву.

Недоліків (декілька нюансів), які ми повинні вам донести для безперебійного використання послугами інтернет:

– обмежене використання оптичного волокна можна використовувати тільки на поверхні, що не дозволяє застосовувати його в роботі з мобільним зв'язком.

– ризик пошкоджень;

Оптичне волокно досить крихким і уразливим до пошкодження в порівнянні з мідним дротом. Для продовження терміну служби волокна не слід перекручувати і згинати його.

Схожість

Джерела з Бібліотеки

44

| | | | | | |
|----|--------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------|------------|-------|
| 1 | Студентська робота | ID файлу: 1009606903 | Навчальний заклад: National Technical University of Ukr | 8 Джерело | 6.69% |
| 2 | Студентська робота | ID файлу: 1015073335 | Навчальний заклад: Lutsk National Technical University | 11 Джерело | 4.96% |
| 3 | Студентська робота | ID файлу: 1007874956 | Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine "Kyj... | | 2.38% |
| 4 | Студентська робота | ID файлу: 51709 | Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University | 8 Джерело | 1.13% |
| 5 | Студентська робота | ID файлу: 1012916427 | Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University | 2 Джерело | 0.86% |
| 6 | Студентська робота | ID файлу: 1013038244 | Навчальний заклад: Cherkasy State Technological University | | 0.86% |
| 7 | Студентська робота | ID файлу: 118809 | Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University | | 0.65% |
| 8 | Студентська робота | ID файлу: 104752 | Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University | 4 Джерело | 0.57% |
| 9 | Студентська робота | ID файлу: 116306 | Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University | | 0.51% |
| 10 | Студентська робота | ID файлу: 1008331051 | Навчальний заклад: Lutsk National Technical University | | 0.48% |
| 11 | Студентська робота | ID файлу: 6050763 | Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University | | 0.45% |
| 12 | Студентська робота | ID файлу: 12289930 | Навчальний заклад: National University Ostroh Academy | | 0.43% |
| 13 | Студентська робота | ID файлу: 110242 | Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University | | 0.29% |
| 14 | Студентська робота | ID файлу: 1014820008 | Навчальний заклад: National Aviation University | | 0.28% |
| 15 | Студентська робота | ID файлу: 1000575875 | Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University | 2 Джерело | 0.12% |