

## ЗАХИСТ ЛІНІЙНИХ СПОРУД ВОЛЗ ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТАЛЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОПТИЧНОГО КАБЕЛЮ

В роботі розглянуто методи захисту від несанкціонованого доступу до лінійних споруд ВОЛЗ з метою зняття інформації. Запропоновано використання металевих елементів оптичного кабелю для формування кіл контролю доступу до оптичних муфт.

**Ключові слова:** волоконно-оптичні лінії зв'язку, доступ, оптичне волокно, інформація.

**Вступ.** Волоконно-оптичні лінії зв'язку на відміну від ліній зв'язку на металевому кабелі вже самі по собі є добре захищеними від несанкціонованого доступу до інформації, що передається [1]. Це визначається тим, що поле електромагнітної світлової хвилі практично не розповсюджується за межі серцевини оптичного волокна (ОВ). Проте, існує можливість доступу до оптичного волокна за рахунок руйнування зовнішніх оболонок та броні оптичного кабелю (ОК). Світловий сигнал при цьому виводиться за межі оптичного волокна на його згині [2]. В такій ситуації наявність несанкціонованого доступу та його локалізація може бути визначена рефлектометричним або імпульсним методами, наведеними в [3,4]. При цьому недоліком імпульсного методу є те, що він має порівняно обмежену дальність дії. Крім того, обидва методи не мають можливості визначити наявність доступу до інформаційних потоків на ВОЛЗ на зростках ОВ, розташованих в оптичних муфтах [2], оскільки в цьому випадку має місце випромінювання за межі зростка навіть при відсутності вигину ОВ. Таким чином, існує проблема визначення наявності доступу до оптичних муфт, розташованих на ВОЛЗ.

**Основна частина.** З метою вирішення вищенаведеної проблеми в роботі було розглянуто використання металевих елементів, що входять в конструкцію ОК, для побудови системи моніторингу лінійних споруд ВОЛЗ, включаючи оптичні муфти.

Переважна більшість оптичних кабелів може включати в себе такі металеві елементи, як центральний силовий елемент, бічні силові елементи, броньовий покрив, а певні типи ОК містять ще й мідні проводи дистанційного живлення. Приклад конструкції ОК з металевими елементами наведено на рис. 1. Враховуючи той факт, що, використовуючи металеві елементи ОК можна створити двох провідну лінію, яка фактично вбудована в лінійні споруди ВОЛЗ, є доцільним застосувати її для моніторингу наявності несанкціонованого доступу. Еквівалентна електрична схема такої лінії для регенераційної ділянки (РД) наведена на рис. 2. Вона складається з будівельних довжин ОК, з'єднаних між собою в оптичних муфтах. В цих муфтах проводиться також з'єднання металевих елементів оптичного кабелю. З метою запобігання несанкціонованому доступу до оптичних муфт для перехоплення інформаційних потоків в роботі запропоновано використання у складі муфт електромеханічних ключових елементів. При відкриванні муфти ключові елементи створюють (Кл) електричний контакт між провідниками утвореної лінії. Для контролю електричного стану лінії вона є постійно під'єднаною до пристрою, що вимірює опір. Сам пристрій для вимірювання опору підключено до контрольного приладу, що сигналізує про факт зміни опору. В нормальному стані опір лінії визначається опором пластикових оболонок і є досить великим. При відкриванні муфти з номером  $k$  ключовий елемент  $K_{лк}$  спрацьовує і замикає контакти, що забезпечують в цій муфті з'єднання провідників лінії. При цьому утворюється електричне коло, опір якого  $R_k$  можна розрахувати за наступним виразом:

$$R_k = \sum_{i=1}^k R_i^1 + \sum_{i=1}^k R_i^2, \quad (1)$$

де  $R_i^1$  - опір першого провідника  $i$  - тої будівельної довжини кабелю,  $R_i^2$  - опір другого провідника  $i$  - тої будівельної довжини кабелю. При цьому відстань до місця доступу  $L_k$  визначається як:

$$L_k = \left( \sum_{i=1}^k R_i^1 + \sum_{i=1}^k R_i^2 \right) / R_p,$$

де  $R_p$  - погонний опір (опір 1 км) шлейфу імпровізованої лінії, що використовує у якості провідників металеві кабельні елементи. У разі рівності опорів провідників ( $R_i^1 = R_i^2 = R_i$ ) розрахунковий вираз буде мати наступний вид:

$$R_k = 2 \sum_{i=1}^k R_i / R_p. \quad (2)$$

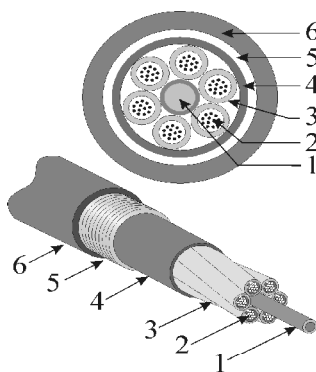


Рис. 1. Модульна конструкція ОК, з використанням металевих елементів: 1 – центральний силовий елемент (ізолюваний сталевий трос); 2 – волокно з первинним покриттям; 3 – модульна або захисна трубка; 4 – буферна оболонка (поліетилен); 5 – броньовий покрив (гофрована сталевая стрічка); 6 – оболонка (поліетилен)

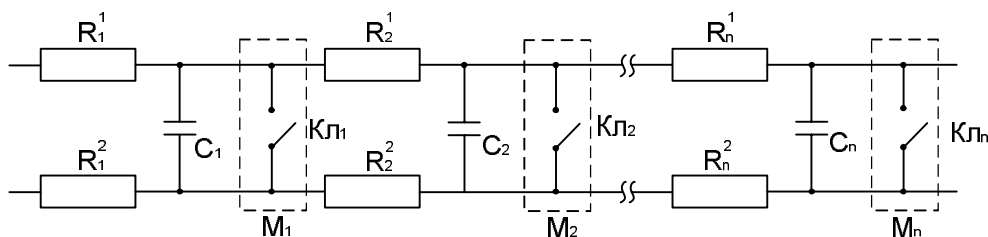


Рис. 2. Еквівалентна електрична схема двохпровідної лінії, утвореної металевими елементами ОК

Таким чином, знаючи погонний опір провідників лінії та вимірне значення опору, можна визначити відстань до місця несанкціонованого доступу та номер муфти. Для зниження ймовірності помилкового визначення місця доступу для великих довжин регенераційних ділянок (велика кількість муфт на довжині РД) є доцільним ще при будівництві ВОЛЗ провести вимірювання значень  $R_k$  для  $k = 1, 2, \dots, n$ , де  $n$  – кількість муфт на довжині РД. Після чого отримані значення записати в паспорт траси.

В разі необхідності заземлення металевих елементів ОК, з метою підвищення грозостійкості, під'єднання до заземлюючих пристроїв виконується через газові розрядники рис. 3. В цьому випадку наявність підключення практично не впливає на результати вимірювань після спроби несанкціонованого доступу. А газові розрядники під час дії високої напруги, зумовленої атмосферною електрикою, спрацьовують та забезпечують контакт провідників лінії з заземлюючим пристроєм.

Враховуючи той факт, що одним з параметрів двох провідної лінії є погонна ємність – це можна використати для визначення моменту та місця доступу до оптичного волокна, розміщеного в ОК. Під час виконання цієї операції металевий броньовий покрив в місці доступу, як правило, руйнується та видаляється. Оскільки він є одним з провідників лінії, в ній в цьому місці формується розрив. При цьому провідники обірваної лінії являють собою конденсатор, ємність якого можна виміряти. Відповідний прилад може бути підключений до

лінії з метою постійного контролю. Після вимірювання ємності відстань до місця несанкціонованого доступу  $L_c$  може бути розрахована за виразом:

$$L_c = \frac{C}{C_p},$$

де  $C$  – вимірне значення ємності відрізка лінії до місця пошкодження ОК,  $C_p$  – погонна ємність лінії, утвореної з металевих елементів ОК.

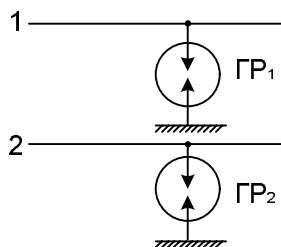


Рис. 3. Під'єднання провідників двохпровідної лінії, утвореної металевими елементами ОК, до заземлюючих пристроїв з використанням газових розрядників

В разі наявності в оптичному кабелі тільки одного металевого елемента в якості другого провідника лінії можна використати ґрунт (рис.4). Оскільки електричні параметри ґрунту залежать від кліматичних та погодніх умов, точність вимірювань може дещо погіршитись, але її повинно бути достатньо, щоб визначити номер муфти або оцінити відстань до місця навмисного пошкодження.

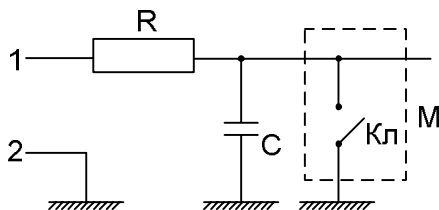


Рис. 4. Еквівалентна схема при використанні в якості другого провідника двохпровідної лінії ґрунту.

**Висновки.** В роботі запропоновано принципи моніторингу волоконно-оптичних ліній зв'язку з використанням металевих елементів ОК. При цьому металеві елементи утворюють двох провідну лінію, яку можна використати для отримання інформації щодо наявності несанкціонованого доступу до лінійних споруд ВОЛЗ. В разі наявності у складі ОК лише одного металевого елемента в якості другого для утворення лінії запропоновано використання ґрунту, в якому розміщений ОК. Запропоновані принципи дозволяють визначати наявність доступу до оптичної муфти та конкретизувати її номер у складі регенераційної дільниці. Крім того, в роботі наведено методи визначення наявності доступу до ОК з вимірюванням відстані до місця доступу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. – М.: Техносфера, 2003. – 440 с.
2. Манько А., Каток Б., Задорожний М. Защита информации на волоконно - оптических линиях связи от несанкционированного доступа. Періодичний науково-технічний збірник «Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні», Вип. 2, 2001 р., С.249 - 255.
3. Гордієнко С.С., Манько О.О., Гордієнко С.Б. Моніторинг лінійних споруд ВОЛЗ із метою захисту інформації від несанкціонованого доступу // Зв'язок. – 2012. - №1. – С. 32-34.
4. Листвин А.В., Листвин В.Н. Рефлектометрия оптических волокон. – М.: ЛЕСАРарт, 2005. – 208 с.

Надійшла: 28.07.2012р.

Рецензент: д.т.н., проф. Толюпа С.В.