

держ. ун-ту «Львівська політехніка», 2000. — 205 с. 4. Красноярский В. В. Коррозия и защита подземных металлических сооружений / В. В. Красноярский, Л. Я. Цикерман. — М.: Высш. шк., 1968. — 296 с. 5. Монтгомери Д. К. Планирование эксперимента и анализ данных: пер. с англ./ Д. К. Монтгомери. — М.: Мир, 1981. — 520 с. 6. Огірко О. І. Реалізація математичної моделі підсистеми генерації програм з операцій теорії секвенційних алгоритмів / О. І. Огірко // Комп'ютерні технол. друкарства. — 2004. — № 8. 7. Похмурський В. Вплив умов навантаження на опірність конструкційних сталей корозійно-механічному руйнуванню в сірководнево-місних розчинах / В. Похмурський, М. Хома, Г. Круцан, М. Чучман // Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій — Львів: Фізико-механічний ін.-т ім. Г. В. Карпенка НАН України, 2009. — С. 765–770. 8. Юзевич В. Моделювання корозійних процесів у системі «метал-електроліт» з урахуванням дифузійного імпедансу / В. Юзевич, І. Огірко, Р. Джала // Фізико-математичне моделювання та інформ. техн. — 2011. — № 13. — С. 173–181.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОРОЗИОМЕТРИИ ОЦЕНКИ ОБЪЕКТОВ ИЗ СТАЛИ

Разработана информационная технология отбора и обработки данных относительно оценивания энергетических характеристик межфазных слоев и активационных процессов, которые характеризуют металл и динамику коррозионных процессов вблизи вершины каверны в морской воде с сероводородом.

INFORMATION TECHNOLOGY KOROZIOMETRIYI EVALUATION OF OBJECTS WITH STEEL

Information technology of selection and working of data in relation to the evaluation of power descriptions of interface layers and activating processes that characterize a metal and dynamics of corrosive processes near-by the top of cavity in marine water with the sulphuretted hydrogen is presented.

Стаття надійшла 18.10.2012

УДК 621.391

І. М. Лях, О. Г. Лавер, А. С. Сабуров

Закарпатський державний університет

АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ДЕЯКИХ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВПЛИВІВ У ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ

Розглядається шкідливий вплив високовольтних ліній електропередавання на телекомунікаційні мережі, а саме — на оптичні кабелі. Проводиться розрахунок електромагнітних впливів високовольтних ліній у випадку магнітного й електричного полів.

Високовольтні лінії, небезпечні впливи, електрорушійна сила, лінія зв'язку

Телекомунікаційні мережі, виконані на основі оптичних кабелів, є одним з найперспективніших напрямів у галузі зв'язку. На роботу телекомунікацій-

них мереж впливає ряд сторонніх джерел: лінії електропередавання (ЛЕП), контактні мережі електрифікованих залізниць, атмосферна електрика (удари блискавок), потужні радіостанції. Зазначені джерела створюють у ланцюгах кабельних ліній небезпечні впливи та впливи, що заважають. Одним з основних заходів щодо захисту від небезпечних та заважаючих впливів високовольтних ліній електропередавання є віддалення траси кабельної лінії на відстань, на якій вплив не перевищує допустимих значень. У тих випадках, коли це не вдається виконати, застосовують спеціальні заходи захисту.

Напруга, яка заважає, у телефонних каналах тональної й високої частоти створюється магнітними й електричними полями струмів і напруг високовольтних ліній, як основної частоти, так і частот гармонійних складників, зумовлених, головним чином, випрямленими пристроями на підстанціях ліній електропередавання електрифікованих залізниць.

Під час розрахунку електромагнітних впливів високовольтних ліній на лінії зв'язку для зручності враховують окремо магнітний і електричний вплив. Вплив, спричинений неврівноваженою напругою фазових проводів високовольтних ліній стосовно землі, називають *електричним впливом*. Наприклад, при нормальному режимі роботи симетричних високовольтних ліній (при рівності навантажень фаз) напруги й струму у кожному фазовому проводі рівні за величиною й зміщені один від одного по фазі на 120° , сума напруг щодо землі й сума струмів фазових проводів практично дорівнюють нулю. У цьому разі вплив симетричних високовольтних ліній не є небезпечним. При заземленні ж фазового проведення в трифазній високовольтній лінії з ізольованою нейтраллю, сума напруг фазових проводів щодо землі дорівнює $1,73$ лінійної напруги. Така напруга створює навколо проводів високовольтних ліній змінне електричне поле, що впливає на ЛЗ. Залежно від відстані між високовольтними лініями і лініями зв'язку (ЛЗ) та висоти підвісу їх проводів, напруга, яка індукується змінним електричним полем високовольтних ліній, може бути небезпечною.

Вплив, пов'язаний з неврівноваженим струмом у проводах високовольтних ліній, називають *магнітним впливом*. Наприклад, при заземленні одного з проводів трифазної високовольтної лінії із заземленою нейтраллю в несправному проводі виникає струм короткого замикання, що досягає великих значень, при яких змінне магнітне поле високовольтних ліній індуктує у ЛЗ повздовжню ЕРС, небезпечну для ЛЗ [2; 3].

Кабелі зв'язку з металевими оболонками, при прокладці в землі разом з неметалевими (внаслідок дії, що екранує, оболонки й землі) практично захищені від електричних впливів і піддаються тільки магнітним впливам.

Під впливом електромагнітного поля на оптичному волокні спостерігається взаємодія світла, яке проходить по волокну, із зовнішнім полем, у результаті чого змінюється площа поляризації світлової хвилі, що повертається на деякий кут, який залежить від величини поля.

У разі тривалого впливу, що має місце при змушеному режимі роботи симетричних і несиметричних ліній, а також при нормальному режимі роботи

несиметричних ліній, існує більша ймовірність небезпечних впливів. Внаслідок цього прийняті нижчі допустимі напруги, що наводяться в проводах зв'язку.

Повздовжньою ЕРС (E) називають різницю потенціалів між крапками на початку й кінці ділянки зближення на провіднику зв'язку, що виникає в результаті впливу високовольтних ліній. Гальванічно нерозділена ділянка — це ділянка ланцюга ЛЗ, що не містить трансформаторів, підсилювачів, фільтрів.

Допустима повздовжня ЕРС на проводах кабельної лінії зв'язку на довжині гальванічно нерозділеної ділянки ЛЗ при впливі несиметричних високовольтних ліній має бути не більше 36 В за умов нормального режиму та 70 В — в умовах змушеного режиму менше, ніж 2 години.

За одночасного впливу на лінію з боку високовольтної лінії електропередавання загальна норма перешкод підраховується за квадратичним законом. При цьому норму напруги шуму ЛЕП приймають рівною $0,6 U_{ш}$.

Допустима напруга шуму на одній підсилювальній ділянці визначається за формулою:

$$U_{ш} = U_{ш} / \sqrt{N}, \quad (1)$$

де N — число підсилювальних ділянок на довжині зближення з лінією, що впливає [4].

Допустимі індукційні повздовжні ЕРС, напруги й струми в жилах і ланцюгах кабелю зв'язку визначаються:

вимогами техніки безпеки під час роботи на лінії;

небезпекою ушкодження (пробою ізоляції) кабелю або апаратури як безпосередньо на вході, так і на ланцюзі дистанційного живлення;

небезпекою виникнення перешкод у каналах зв'язку як у результаті безпосереднього впливу на двопровідні ланцюги, так і внаслідок протікання індукційного струму у проводах ланцюга дистанційного живлення.

Перші два фактори визначають небезпечний тривалий і короткочасний вплив, третій — вплив, що заважає.

Допустимі повздовжні ЕРС у проводах ланцюгів зв'язку різних ЛЗ при небезпечному впливі ВЛ наведено в таблиці.

Допустимі повздовжні ЕРС у проводах ланцюгів зв'язку різних ЛЗ

Тип лінії зв'язку	Допустимі повздовжні ЕРС, В			
	1,2	0,6	0,3	0,15
Повітряна з дерев'яними опорами (із залізобетонними приставками)	750	1000	1500	2000
Повітряна із залізобетонними або металевими опорами	120	160	240	320
Кабельна без ДЖ підсилювачів або ДЖ за системою «провід-провід»	$U_{исп}$			
Кабельна із ДЖ підсилювачів за системою «провід-земля»	$U_{исп} - U_{дп} / \sqrt{2}$			
Міські кабельні без ДЖ	$U_{исп}$			

де $U_{\text{ІСП}}$ — іспитова напруга вхідного устаткування апаратури й жил кабелю стосовно землі (оболонка), зазначена в технічних умовах на кабель і апаратуру; $U_{\text{ДП}}$ — напруга дистанційного живлення стосовно землі (оболонки);

Нормою допустимої напруги, що заважає, на ланцюзі зв'язку є:

для високочастотних (ВЧ) каналів — 1,1 мВ на одну переприйомну ділянку в місці з відносним рівнем корисного сигналу на вході підсилувача — 7дБ (-0,8 Нп);

у телефонних каналах тональної частоти (ТЧ) — 2,1 мВ на довжину каналу зв'язку, що має зближення з високовольтною лінією до 400 км при відносному рівні корисного сигналу на затискачах кінцевої станції — 7дБ (-0,8 Нп).

Для режиму короткого замикання повздожня ЕРС, яка індукується в оптичних кабелях зв'язку на довжині кабельного ланцюга не більше 40 км, визначається за формулою:

$$E = \omega \cdot \sum_{i=1}^n I_{\text{КЗ}} \cdot M_i \cdot l_i \cdot S_{\text{ТР}} \cdot S_{\text{ОБ}}, \quad (2)$$

де $\omega = 2\pi \cdot 50$ рад/с; $I_{\text{КЗ}}$ — струм короткого замикання ЛЕП, А; M_i — коефіцієнт взаємної індукції між ЛЕП і лінією зв'язку, Гн/км; l — довжина ділянки зближення, км; $S_{\text{ТР}}$ — коефіцієнт екранування заземленого захисного тросу ЛЕП; $S_{\text{ОБ}}$ — коефіцієнт екранування оболонки кабелю.

Коефіцієнт взаємної індукції M_i можна визначити за формулою:

$$M_i = 10^{-4} \ln \left| 1 + \frac{6 \cdot 10^5}{a_{\text{екв}}^2 \sigma_z f} \right|. \quad (3)$$

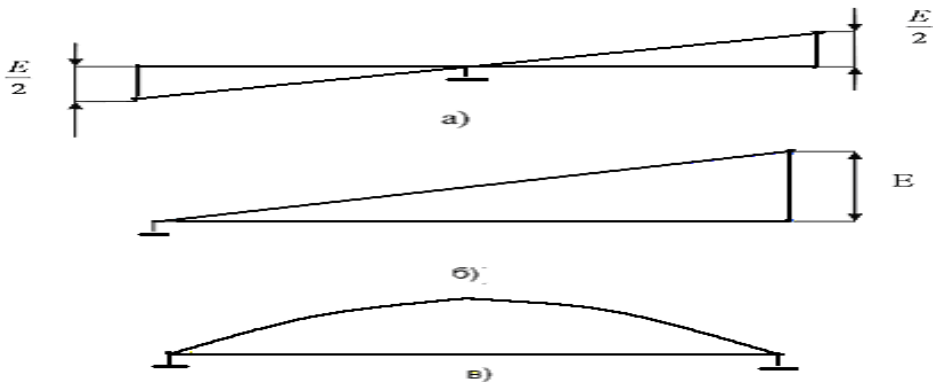
З формули (2) видно, що вплив зростає зі збільшенням довжини лінії, величини й частоти струму, що впливає.

Залежно від режиму роботи лінії зв'язку, наведена повздожня ЕРС матиме різні значення по довжині. На рисунку показано характер зміни ЕРС уздовж лінії зв'язку при ізолюваних і заземлених кінцях проводів ліній зв'язку. Найбільшу небезпеку для обслуговуючого персоналу й пристроїв зв'язку являє собою випадок (див. рисунок, б), при якому на ізолюваному кінці діятиме повна індукована ЕРС.

Для нормального режиму повздожня ЕРС, яка індукується в оптичних кабелях зв'язку на довжині кабельного ланцюга не більше 40 км, визначається за формулою:

$$E = \omega I_p \sum_{i=1}^n M_i \cdot l_i \cdot S_{\text{мр}} \cdot S_{\text{об}}, \quad (4)$$

де $\omega = 2\pi \cdot 50$ рад/с; I_p — струм робочий (при нормальній роботі ЛЕП), А; M_i — коефіцієнт взаємної індукції між ЛЕП і лінією зв'язку, Гн/км; l — довжина ділянки зближення, км; $S_{\text{ТР}}$ — коефіцієнт екранування заземленого захисного тросу ЛЕП, $S_{\text{ОБ}}$ — коефіцієнт екранування оболонки кабелю.



Повздовжня ЕРС у лінії зв'язку при різних режимах використання лінії:
 а) повна ізоляція від землі; б) заземлення з однієї сторони;
 в) заземлення з обох сторін

Однією з основних мір захисту від небезпечних і впливів, що заважають, є видалення траси кабельної лінії на відстані, на яких впливи не перевищують допустимих значень. У тих випадках, коли це не вдається виконати, застосовують спеціальні міри захисту. До спеціальних мір захисту від небезпечних впливів високовольтних ліній належать:

- застосування добре провідних заземлених тросів, підвішених на опорах високовольтних ліній або прокладених у землі;

- часткове заземлення нейтралей трансформаторів високовольтної мережі, що знижують струми короткого замикання високовольтних ліній;

- застосування на високовольтних лініях із заземленою нейтраллю апаратури контролю струмів кожної фази — застосування на ВЛ швидкодіючих автоматів, що скорочують час відключення ушкодженої фази.

До спеціальних заходів захисту на ЛЗ від небезпечних впливів належать включення спеціальних розрядників і роздільних трансформаторів, застосування кабелів з оболонками, що мають підвищену екранувальну дію.

До спеціальних заходів захисту на ЛЗ від впливів, що заважають, належать:

- використання кабелів з оболонкою й бронею, які забезпечують підвищену екранувальну дію, від впливу ВЛ;

- застосування на кабельних ЛЗ редукційних і нейтралізуючих трансформаторів, що дозволяють знизити індукуючу поздовжню ЕРС не менше, ніж у 5 разів;

- використання провідних заземлених тросів, підвішених на опорах або прокладених у землі.

Отже, при проведенні порівняння реальних величин небезпечного впливу із допустимими нормами можна побачити, що для зниження можливих напруг, що наводяться, до рівня допустимих потрібно мати кабелі з більшою

кількістю градацій коефіцієнта захисної дії (КЗД), що не може бути доцільним. Отож рекомендується, залежно від умов впливу лінії високої напруги, умовно поділити всі кабелі на три групи:

1) для використання в легких умовах прокладання, коли небезпечні напруги, що наводяться, приблизно відповідають нормі і мають КЗД екранувальних покриттів приблизно рівний одиниці;

2) для використання в нормальних умовах прокладання, коли небезпечні напруги, що наводяться, в 1,5–2 рази більше норми і мають КЗД екранувальних покриттів, що дорівнює 0,8–0,5.

3) кабелі, призначені для використання в тяжких умовах прокладання, коли небезпечні напруги, що наводяться, в 4–10 разів більше норми і мають КЗД екранувальних покриттів рівний 0,3–0,1.

Відповідно до цієї класифікації наявні кабелі в пластмасовій оболонці з алюмінієвим спіральним екраном можна віднести до першої групи, кабелі у свинцевій оболонці — до другої.

Створення екранувальних покриттів, з малим КЗД може бути забезпечене через застосування металів або з малим питомим електричним опором (мідь, алюміній), або з великою магнітною проникністю. Другий варіант ефективний тільки при використанні одночасно з першим.

При розробці нових типів кабелів доцільно визначити оптимальну конструкцію екранувальних покриттів.

Спочатку розглянемо екранувальні покриття без магнітних елементів (неброньований кабель). Як відомо, КЗД при певній частоті й індуктивності буде мінімальним при мінімальному опорі екранувальних покриттів, постійному струму. Виражаючи опір постійному струму через вартісні показники, знаходимо [1]:

$$R = \rho \gamma p l^2 / P, \quad (5)$$

де γ — щільність матеріалу екранувального покриття; ρ — питомий електричний опір матеріалу екранувального покриття; l — довжина; p — питома вартість екранувального покриття на одиницю маси; P — повна вартість екранувальних покриттів.

Водночас при наявних цінах немагнітним матеріалом, що забезпечує оптимальний ефект, є алюміній, конкурувати з яким свинець і мідь без обліку дефіцитності зможуть тільки при значному здешевленні.

За наявності в покриттях, що екранують, магнітних елементів оптимальність останніх визначається в такий спосіб. Зовнішня індуктивність приймається постійною (2 мГн), а внутрішня:

$$L_{BT} = 1,5 \mu_r \delta_{EK} / D_{CP} \quad (6)$$

або при переході до вартісних показників [1]:

$$L_{BT} = 1,5\mu_r P / (\pi D_{CP}^2 \gamma p), \quad (7)$$

де μ_r — відносна магнітна проникність матеріалу екранувального елемента; γ — щільність матеріалу екранувального елемента; p — питома вартість екранувального елемента, на одиницю маси; P — повна вартість екранувального елемента; D_{CP} — середній діаметр накладення покриву.

Отже, знаючи характеристики (щільність, питомий опір, магнітну проникність і питому вартість) металів, використовуваних як матеріали для екранувальних покривів, і знайшовши значення коефіцієнтів, можна визначити оптимальну конструкцію екранувальних покривів кабелю.

При цьому спочатку визначається оптимальна конструкція немагнітних елементів екранувальних покривів, а потім, за потреби, оптимальна конструкція магнітних елементів.

При визначенні оптимальної конструкції екранувальних покривів, пропонованим методом, не враховуються технологічність виробництва й дефіцитність матеріалів, що може привести на практиці до деякої корекції отриманих результатів.

При дослідженні виявлено, що шкідливі електромагнітні впливи ліній з високою напругою більш за все діють не на оптичне волокно, а на металеві елементи кабелю, які виконують захист оптичного волокна від механічного пошкодження. Завдання захисту оптичних кабелів з металевими елементами від шкідливих впливів високих напруг, є найважливішим завданням під час проектування та будівництва волоконно-оптичних ліній зв'язку.

Отже, у зв'язку з високою кількістю наявних високовольтних ліній передавання та високою дією механічних пошкоджень потужною стає алгоритмізація розробки захисту оптоволоконних ліній зв'язку від шкідливих впливів. Через вказану обставину особливого значення набуває розробка прикладного пакета програм та його впровадження в повсякденну практику на підприємствах, які надають телекомунікаційні послуги на території України, особливо у її високогірних районах. Над розробкою такого пакета прикладних програм зараз виконується робота.

1. Брискер А. С. Эксплуатация линейных сооружений городских телефонных сетей / А. С. Брискер, М. А. Восс — М.: Радио и связь, 1981. — 521с. 2. Гроднев И. И. Строительство кабельных сооружений связи: справ. / И. И. Гроднев, Д. А. Барон, В. Н. Евдокимов и др. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1988. — 768 с. 3. Дурняк Б. В. Захист даних в електронних засобах масової інформації / Б. В. Дурняк, І. М. Лях. — Львів, 2012. — 154 с. 4. Справочник. Волоконно-оптические системы передачи и кабели / Под ред. И. И. Гроднева. — М.: Радио и связь, 1993 — 310 с.

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ НЕКОТОРЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ
Рассматривается вредное влияние высоковольтных линий электропередачи на телекоммуникационные сети, а именно — на оптические кабели. Производится

расчет электромагнитных воздействий высоковольтных линий в случае магнитного и электрического полей.

SOME ALGORITHMIC METHODS FOR DETERMINING HARMFUL EFFECTS ON TELECOMMUNICATIONS

The article deals with the harmful effects of high-voltage transmission lines on telecommunication networks - namely on optical cables. The calculation of electromagnetic influences of high voltage lines in the case of magnetic and electrical fields is given in it.

Стаття надійшла 22.11.2012

УДК 655.3.02+519.873

В. Б. Репета, Н. С. Гургаль, В. М. Сеньківський, В. В. Шибанов

Українська академія друкарства

МОДЕЛЬ ІЄРАРХІЇ КРИТЕРІЇВ ПРОЦЕСУ ВУЗЬКОРУЛОННОГО УФ-ФЛЕКСОГРАФІЧНОГО ДРУКУ

Розробляється модель ієрархії критеріїв, які упорядковані за важливістю впливу на технологічний процес вузькорулонного УФ-флексграфічного друку.

УФ-флексграфічний друк, матриця досяжності, орієнтовний граф, модель ієрархії критеріїв

За останній десяток років спостерігається тенденція переходу виробників пакувальної і етикеткової продукції з офсетного друку на флексграфічний, та з широкоформатних флексграфічних машин на вузькорулонні. Це пояснюється бажанням виробників знизити собівартість продукції, ефективно реагувати на запити ринку і забезпечувати його малими тиражами, зменшити капіталовкладення і витрати на обслуговування машин [2].

Технологічний процес друкування можна розглядати як сукупність елементів, що перебувають у певних співвідношеннях і зв'язках один з одним, взаємодіють між собою і створюють певну цілісність — систему. Для одержання якісних показників друкарських відбитків, зокрема вузькорулонного УФ-флексграфічного друку (ВФД), потрібно досягнути узгодженості між його елементами, взаємодія яких забезпечує нормальний перебіг технологічного процесу друкування.

Аналіз літературних джерел і проведення низки експериментальних досліджень [1–2] дозволили виокремити ряд критеріїв, вплив яких визначає якість відбитків ВФД. Вплив на флексграфічний друк таких критеріїв, як параметри анілоксого валика, лініатури друкарської форми, поверхневої енергії полімерних плівок, що задруковуються, є достатньо вивченими, при цьому не достатньої уваги приділено встановленню комплексного взаємозв'язку між цими критеріями. Відповідно до цього є доцільним створення моделі ієрархії критеріїв, яка дасть можливість проводити апріорне керування технологічним процесом ВФД.

На рис. 1 подано схему узагальнених факторів, які визначають якість проходження ВФД.

Відповідно до низки попередніх аналізів і досліджень, виокремимо критерії, які визначають якість друкарських відбитків при задрукуванні полімерних матеріалів (ПЕ, ПП плівки і самоклеючі матеріали) УФ-фарбами.

Нехай сукупність таких критеріїв становить деяку множину $K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$. Виберемо з цієї сукупності підмножину $K_j \in K$ найбільш суттєвих