

ОЦІНКА ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ САМОНЕСУЧИХ ІЗОЛЬОВАНИХ ПРОВОДІВ

Буслова Н.В., к.т.н, доцент, Князєв Б.О., магістрант
НТУУ «КПІ», кафедра електричних мереж і систем

Вступ. На даний час в Україні значна частина повітряних ліній низької напруги працює за межами терміну експлуатації. Вважаючи на те, що надійність цих ліній і так є низькою через недоліки їх конструктивного виконання та аварійні ситуації, знеструмлення споживачів (особливо у районах із складними кліматичними умовами) набувають стихійного характеру. Існує також проблема несанкціонованого підключення до повітряних ліній. Головним засобом підвищення надійності ліній низької напруги є використання самонесучих ізольованих проводів (СП). Впродовж останніх років перехід від повітряних ліній електропередач з оголеними проводами до СП пришвидшується. Розглядаючи проблему терміну експлуатації СП, для інженерів і економістів розподільних мереж постає питання вигідності такої заміни. Відповідь на це питання залежить від якомога точнішого визначення часу корисної експлуатації ліній із СП. Очевидно, що через наявність шару ізоляції термін експлуатації СП буде коротшим ніж у звичайних оголених проводів. Головними причинами, через які скорочується цей час, є недотримання виробниками стандартів якості та використання ненадійних кріплень і затискачів. В свою чергу належна експлуатація мережі з СП навпаки продовжить їх “життя”.

Мета роботи. Проаналізувати фактори, що впливають на старіння СП та розглянути методи оцінки терміну їх експлуатації.

Матеріали та результати досліджень. Щоб оцінити скільки прослужить лінія з СП, необхідно дослідити аварії і пошкодження, що виникають у таких лініях та процеси старіння. Можливі випадки, коли ізоляцію провода пошкоджують у процесі виготовлення, транспортування або встановлення, що у майбутньому стане причиною аварії. Проникнення вологи в ізоляцію, а також явище часткових розрядів є іншими факторами ризику для СП. Досвід використання СП показав, що майже всі аварії так чи інакше пов'язані з пошкодженням ізоляції і тому саме вона стає об'єктом дослідження при оцінці терміну експлуатації. Ізоляція СП може погіршуватись поступово через контакт із деревами, бетонними конструкціями, тощо. Застосування затискачів, що не відповідають стандарту, може полегшити проникнення вологи в ізоляцію, де вода перетворюється на пару. Розширюючись, пара утворює невеликі порожнини в шарі ізоляції, що призводить до різкого погіршення ізоляційних властивостей. Так само і часткові розряди є згубними для ізоляції. Вони зазвичай виникають у місцях з'єднання або скручення. Процес може бути розтягнутим у часі але наслідком є руйнування ізоляції. Якщо вчасно визначити точки, де стан ізоляції є незадовільним, і замінити ділянку провода, то можна уникнути втрат, які може спричинити пробій ізоляції. У старінні ізоляції значну роль відіграє температура. Зазвичай проблем з охолодженням на повітрі не

виникає, але у випадку короткого замикання (КЗ) температура перевищить межу, що негативно вплине на ізоляцію. Крім того, КЗ викликає проблеми із збільшенням довжини проводів або їх зміщення. Довжина проводу може збільшуватись і за високих атмосферних температур. Холодна погода компенсуватиме збільшення довжини але не повністю. Таким чином довжина проводу також може бути використана для оцінки терміну експлуатації. Для того, щоб дослідити СП на протязі всього терміну експлуатації, в лабораторіях застосовують штучне старіння. Процес моделюється механічним, тепловим і електричним впливом на провід. Для створення необхідних температур через кабель пропускають відповідні струми, це відбувається циклічно по 8-10 годин кілька разів на тиждень. Так як вплив температур від струмів КЗ впливає на довжину кабелю, то збільшення довжини може бути індикатором його віку. Для теплового старіння кабелю його розміщують у термостаті. При цьому для моделювання реальних температурних змін у термошафі змінюються температурні режими. Щоб створити умови вологого середовища кабель може бути поміщений у ємність із водою, після чого вимірюється зміна маси кабелю для контролю вологопоглинання. Напруга є ще одним параметром впливу на руйнування кабелю. При температурі вище за 90°C кристали в ізоляції починають плавитись і окислюватись. Це веде до втрати ізоляційних властивостей зшитого поліетилену. Щоб створити напругу електричного пробою використовують тест із голкою, яку занурюють в ізоляційний шар (рисунок 1). У тесті є дві величини, що формуватимуть зміни у ізоляційній структурі, – прикладена напруга та глибина занурення голки.

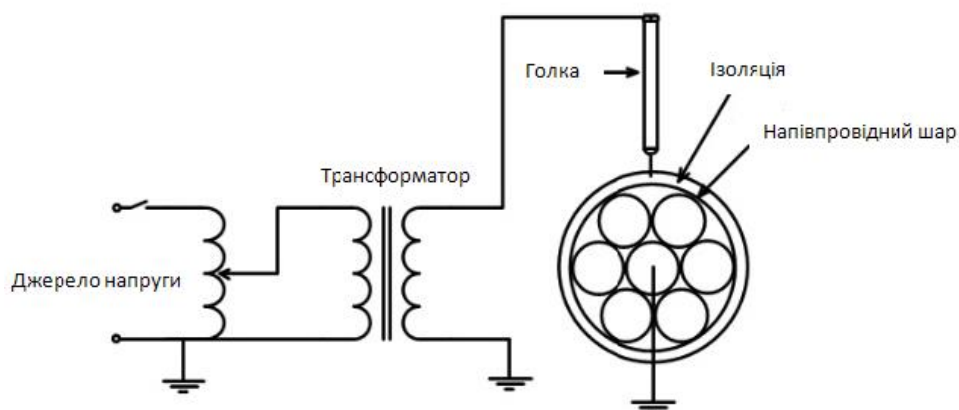


Рисунок 1 – Тест з електричного пробою ізоляції кабелю

Іранські вчені запропонували формулу для оцінки терміну експлуатації кабелю:

$$T_{зал} = a_1 + a_2L + a_3E \quad (1)$$

де L – збільшення довжини кабелю за період експлуатації, E – напруга пробою ізоляції кабелю; a_1 , a_2 , a_3 – коефіцієнти, для яких значення розраховані емпірично. Підставляючи їх значення у формулу (1), отримаємо вираз:

$$T_{зал} = 67.19 - 0.0435L + 2.095E \quad (2)$$

Результати реального лабораторного тесту на пробій ізоляції наведені в Табл.1.

Таблиця 1– Результати лабораторного тесту на пробій ізоляції

Вік кабелю (у роках)	0	5	10	15	20
Збільшення довжини кабелю (мм)	1000	1100	1155	1270	1297
Напруга пробою ізоляції (кВ)	13.60	11.6	9.8	8.8	8.7
Очікуваний термін подальшої експл. (років)	58.2	43.6	37.5	30.4	32

У таблиці також розраховано очікуваний термін подальшої експлуатації за формулою (2). Очевидно, що напруга пробою буде зменшуватись із часом і на цю зміну також впливатиме зміна довжини кабеля, що видно із наведеного досліді. На рисунку 2 приведено графік цієї залежності.

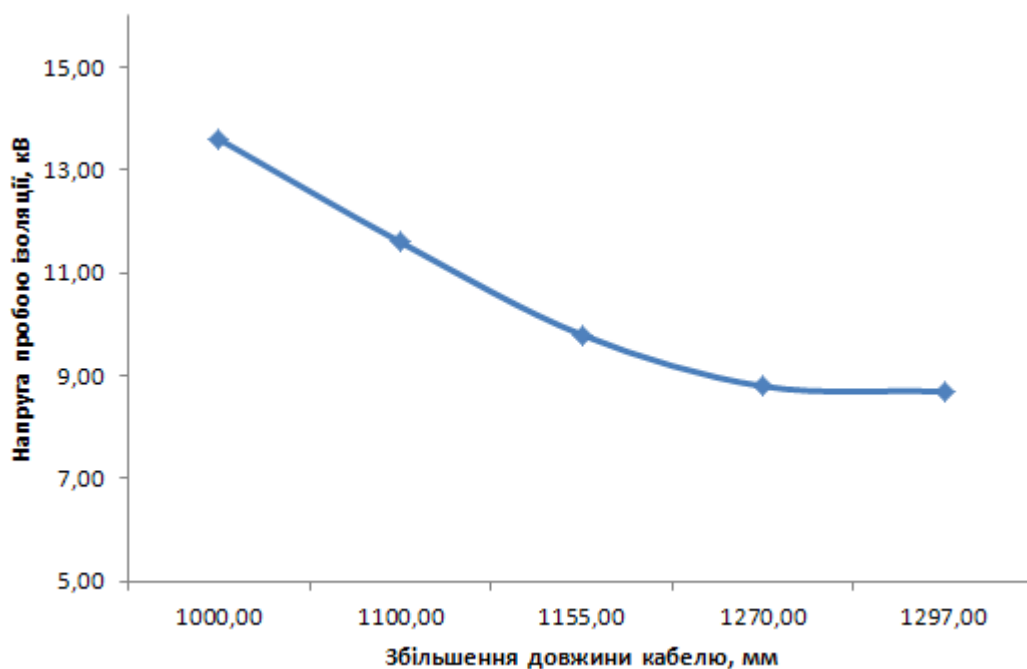


Рисунок 2 – Залежність напруги пробою ізоляції від зміни довжини кабелю

Висновки. Отже можна зробити підсумок, що оцінка терміну експлуатації СП є непростю задачею і вимагає спеціального устаткування. Треба відмітити, що деякі чинники залишаються неврахованими. Так, добре відомо, що лінії СП є дуже чутливими до грозових перенапруг і від них досить часто виникають пошкодження лінії. Але наведений аналіз дає змогу наближено розрахувати, скільки прослужить лінія і дати більш точну відповідь на питання, чи буде вигідною заміна звичайних проводів на СП.

Перелік посилань

1. Щерба А.А., Перетятко Ю.В., Золотарев В.В. Самонесущие изолированные и высоковольтные защищенные провода . – К. : ІЕД НАНУ, 2008.
2. Nowbakht A., Ahrarinouiri M., Mansourisaba M. Presenting new method to estimate the remaining life of aerial bundled cable network // Int.Conf., June 2015 on Electricity distribution. – Lyon. – P.112 – 118.