

УДК 614.8

С. Є. СЕЛІВАНОВ, докт. техн. наук, проф.,
Г. М. ДОЛЯ, докт. техн. наук, проф.,
 (Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна),

В. О. ПОНОМАРЬОВ, викл.
 (Університет цивільного захисту України, м. Харків)

ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВИНИКНЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО-НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ

Внаслідок аварійних чи екологічно-небезпечних режимів роботи кабельних ліній виникає загроза життю та здоров'ю людини. На основі аналізу процесу старіння ізоляції кабельної продукції виведена залежність розподілу значень опору ізоляції кабельних виробів у часі. На основі отриманих аналітичних залежностей є можливість отримувати прогноз значень періодичних замірів, що характеризують експлуатаційну придатність ізоляції кабельних виробів. Це дає можливість попередити виникнення аварійного режиму роботи кабельної лінії і, як наслідок, захистити життя та здоров'я людей.

К л ю ч о в і с л о в а: кабельна лінія, кабельний виріб, попередження екологічно-небезпечних режимів роботи.

Постановка проблеми. Експлуатація кабельних виробів (КВ), ізоляція яких втратила електрозахисні властивості, приводить до відмови кабельних ліній, що може привести до аварійного режиму роботи. Внаслідок аварійних чи екологічно-небезпечних режимів роботи кабельних ліній виникає загроза життю та здоров'ю людини [1].

Втрата ізоляцією електрозахисних властивостей може виникнути як раніше запроектованого терміну експлуатації КВ (термін експлуатації КВ вказаних марок встановлений нормативним документом [2]), так і значно пізніше (досвід експлуатації КВ свідчить про те, що кабельні лінії можливо експлуатувати більше терміну, встановленого нормативно, але за умови незначного впливу факторів старіння). Тобто з деякою імовірністю в залежності від ступеню втрати ізоляцією електрозахисних властивостей (внаслідок впливу факторів старіння) може відбутися як одна, так й інша подія.

Виходячи з того, що “відмова – це подія, яка полягає в порушенні працездатності об’єкту” [3], для КВ відмовою вважаємо досягнення опором ізоляції граничного експлуатаційного значення $R_{гр} = 0,5 \text{ МОм}\cdot\text{км}$ [4].

Аналіз останніх досягнень та публікацій. Існують різні методи аналізу фактичного технічного стану ізоляції

кабельної продукції та оцінки старіння електроізоляційних матеріалів. На практиці профілактичні випробування електроустановок споживачів регламентовані Правилами [1] (перевірка цілісності та фазування жил, вимірювання опору ізоляції, випробування підвищеною випрямленою напругою, тощо). Але регламентні види випробувань дозволяють визначити лише поточний стан кабелю без надання прогнозу на найближчий час.

Тому проблема отримання прогнозу електрозахисного стану ізоляції кабельних виробів актуальна.

Постановка задачі та її розв’язання. На основі аналізу процесу старіння ізоляції кабельної продукції (КП) вирішено вивести залежність розподілу значень опору ізоляції кабельних виробів у часі та розробити метод для отримання прогнозу виникнення аварійного режиму роботи кабельних виробів.

Запропонований метод оснований на апроксимації залежності значень опору ізоляції КВ від часу експлуатації. Вибір зупинився на значеннях замірів опору ізоляції, тому що вони є найбільш розповсюдженими і значно частіше використовуються у порівнянні з іншими методами контролю та потребують відносно малу чисельність залучення спеціального персоналу і невеликі витрати коштів. Крім того, заміри опору

ізоляції відображають електрозахисні властивості ізоляції КП.

На практиці значення опору ізоляції можна отримати з протоколів випробувань, які проводяться один раз на три роки [4]. Так як для одержання апроксимуючої залежності потрібна достатньо велика вибірка значень опору ізоляції у різні моменти часу експлуатації, то ми використовуємо прискорені випробування для імітації ефекту старіння. При проведенні випробувань на прискорене старіння домінуючим фактором є електрична складова, так як на термін служби ізоляції з ПВХ пластику у більшому ступені впливає електричне старіння [5].

Для отримання експериментальних значень замірів опору ізоляції у випробувальному центрі лабораторії ЗАТ заводу "Південкабель" проведені випробування змінною напругою 5 кВ кабелів марок АВВГ 4x10, ВВГ 4x95, АВБШв 3x70+1x35, ВБШв 4x185. Протягом 9-ти годин через кожні 15 хвилин замірявся опір ізоляції 9-ти відрізків по кожній марки кабелів. Опір ізоляції замірявся на установці для виміру електричного опору РЭ 002.2004.

За даними випробувань побудовані залежності опору ізоляції від часу прискорених випробувань по окремим жилам кожної марки кабелю.

На кожну залежність накладені апроксимуючі криві, та отримані апроксимуючі залежності для ізоляції кожної жили кабелю. Для вибору апроксимуючої кривої використовувались експоненційна, логарифмічна та степенева залежності. Проведений аналіз показав, що лінійну та квадратичну залежності не слід використовувати для вибору апроксимуючої кривої: лінійна модель не задовольняє нас графічно, так як значення опору ізоляції лежать не на прямій лінії, а „прогинаються”; квадратична модель не задовольняє нас тому, що парабола, гілки якої спрямовані догори, завжди має точку мінімуму. Це означає, що з часом опір ізоляції кабелю повинен знову зростати, що не є дійсним за суттю з-за необоротності процесу старіння.

Отже, вигляд теоретичної кривої обирався серед таких функцій, які увесь час зменшуються. Таку властивість мають експоненційні, логарифмічні та степеневі-неквадратичні залежності.

Графічне відображення залежності середніх значень даних прискорених випробувань опору ізоляції від часу прискорених випробувань з накладеними апроксимуючими кривими для жили № 1 кабелю марки АВВГ 4x10 наведені на рис. 1. Далі отримані величини вірогідності апроксимації R^2 для кожної кривої. В якості апроксимуючої кривої для середніх значень експериментальних даних обирається аналітична функція з найбільшим значенням величини вірогідності апроксимації.

Дослідження показали, що після прискореного електричного старіння кабелів марок АВВГ 4x10, ВВГ 4x95, АВБШв 3x70+1x35, ВБШв 4x185 опір ізоляції кабельних виробів розподілений у часі за логарифмічною залежністю.

Прогнозування – передбачення подій. Основою прогнозування є спостереження, за допомогою яких отримані середні значення опору ізоляції у різні моменти часу. Апроксимація дозволяє описати спостережувані результати у вигляді аналітичної функції.

На основі отриманих аналітичних залежностей можна спрогнозувати середнє значення опору ізоляції при тих же умовах впливу на дослідні відрізки КВ (вплив змінною напругою 5 кВ) через будь-які задані проміжки часу.

Під час експлуатації КВ профілактичні випробування повинні виконуватись не рідше ніж 1 раз на 3 роки [4]. На підставі даних протоколів випробувань отримується аналітична функція залежності опору ізоляції від часу експлуатації (чим точніше прилади при проведенні випробувань та більше кількість протоколів, тим вірогідніше апроксимація) та будується прогноз на наступні 3 роки експлуатації, через 3 роки аналітична функція корегується та отримується прогноз на 3 подальші роки експлуатації і т. д.

Висновки. Наведений метод дозволяє отримувати прогноз значень періодичних замірів, що характеризують експлуатаційну придатність ізоляції КВ, і тому може попередити виникнення аварійного режиму роботи кабельної лінії і, як наслідок, захистити життя та здоров'я людей.

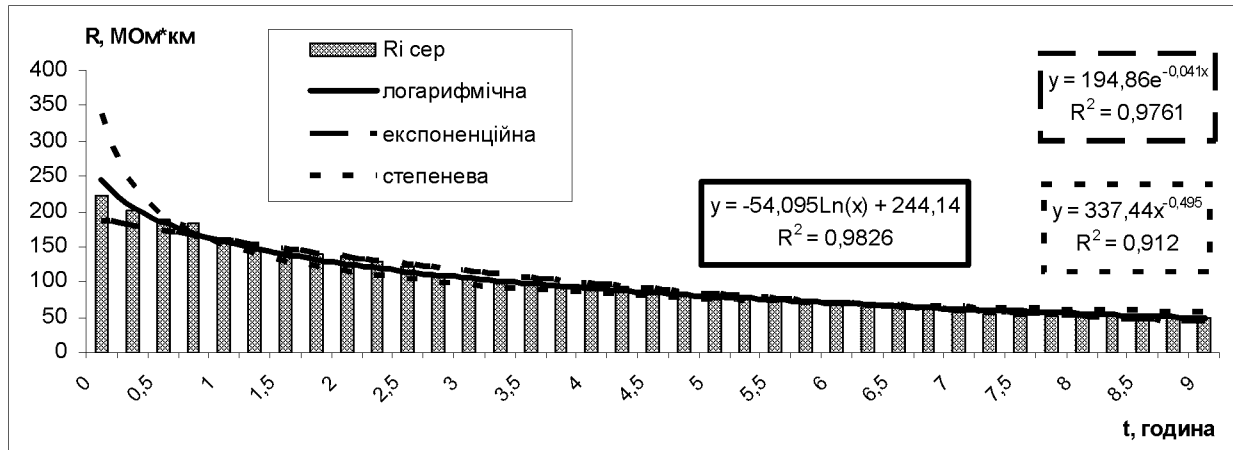


Рисунок 1 – Залежність середніх значень замірів опору ізоляції від часу прискорених випробувань з накладанням апроксимуючих кривих для жили № 1 кабелю марки АВВГ 4х10

Використання даного методу прогнозу експлуатаційних характеристик ізоляції КВ дозволяє впровадити у життя методику попередження виникнення екологічно-небезпечних режимів роботи в кабельних лініях [1].

ЛІТЕРАТУРА

- 1 Селіванов С.Є., Пономарьов В.О. Методика попередження виникнення екологічно-небезпечних режимів роботи в кабельних лініях // Захист довкілля від антропогенного навантаження. – Харків: ХНУ, 2008. – Вип. 2 (18). – с. 35-40.
- 2 ГОСТ 24183-80. Кабели силовые для стационарной прокладки. Общие технические условия. Введ. 01.01.82. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 33 с.
- 3 ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. Введ. 01.07.90. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 37 с.
- 4 Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. – Затверджено Наказом Міністерства палива та енергетики України від 25 липня 2006 року № 258. – 157 с.
- 5 Сканава Г. И. Физика диэлектриков. (Область сильных полей). – М.: Гос. изд. физ.-мат. лит., 1958. – 907 с.

УДК 614.8

С.Е. СЕЛИВАНОВ, докт. техн. наук, проф.,
ДОЛЯ Г. М., докт. техн. наук, проф.,
(Харьковский национальный университет
имени В.Н. Каразина)
В. А. ПОНОМАРЕВ,
(Университет гражданской защиты
Украины)

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ-ОПАСНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Вследствие аварийных или экологически-опасных режимов работы кабельных линий

возникает угроза жизни и здоровью людей. На основании анализа процесса старения изоляции кабельной продукции выведена зависимость распределения значений сопротивления изоляции кабельных изделий во времени. На основании полученных аналитических зависимостей есть возможность получать прогноз значений периодических замеров, характеризующих эксплуатационную пригодность изоляции кабельных изделий. Это дает возможность предупреждать возникновение аварийного режима работы кабельной линии и, как следствие, защищать жизнь и здоровье людей.

К л ю ч е в ы е с л о в а: кабельная линия, кабельное изделие, предупреждение экологически-опасных режимов работы.

UDK 614.8

SELIVANOV S. E.,

DOLJA G. M.

(V.N.Karazin Kharkiv National University)

PONOMAREV V.,

(Civil Defense University of Ukraine)

PREVENTION of APPEARANCE ECOLOGICALLY-DANGEROUS OPERATION of WORK in CABLE LINES

Because of malfunction of work or ecologically-dangerous operation of work in cable lines there is a threat the people life and health. On the basis of analysis of process senescence of isolation of cable products dependence of distributing of values of resistance the isolation of cable wares is shown out in time. On the basis of the got analytical dependences there is possibility to get the prognosis of values of the periodic measurings, characterizing service ability of isolation of cable wares. It enables to prevention the origin of malfunction of work of cable lines and, as a result, to protect the people life and health.

K e y w o r d s: a cable line, a cable product, the prevention of ecologically-dangerous operation of work.

Надійшла до редколегії 10.02.2009р