

УДК 614.8

*Пономарьов В.О., викл., УЦЗУ,
Кулаков О.В., канд. техн. наук, заст. нач. каф., УЦЗУ,
Райз Ю.М., викл., УЦЗУ*

ІМОВІРНІСТЬ ВІДМОВИ КАБЕЛЬНОГО ВИРОБУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЗМІНИ ОПОРУ ЙОГО ІЗОЛЯЦІЇ В ЧАСІ

(представлено д-ром техн. наук Куценком Л.М.)

На прикладі кабелів марок АВВГ 4x10 та ВВГ 4x95 отримано теоретичні залежності опору ізоляції кабельного виробу (КВ) від часу його експлуатації та часу експлуатації від опору ізоляції. Це дозволяє визначити імовірність відмови КВ при його експлуатації та попередити виникнення надзвичайної ситуації (НС) техногенного характеру

Постановка проблеми. Експлуатація КВ, ізоляція яких втратила електрозахисні властивості, приводить до відмови кабельних ліній, що нерідко стає причиною виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру (пожежі, аварії на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення, тощо [1]).

Втрата ізоляцією електрозахисних властивостей може виникнути як раніше за проектованого 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 визначеною імовірністю в залежності від ступеню втрати ізоляцією електрозахисних властивостей (внаслідок впливу факторів старіння) може відбутися відмова КВ. Тому визначення імовірності відмови КВ є актуальною задачею.

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 досліджень і публікацій. Роботи, які б визначали методику визначення ймовірності виникнення НС в залежності від стану ізоляції КВ, системно не виконувалися. Є методика визначення імовірності виникнення пожежі від КВ [5]. Недоліком цієї методики є її руйнівний для кабельної лінії характер.

Постановка завдання та його вирішення. В рамках вирішення проблеми попередження виникнення НС техногенного характеру (пожежі, аварії на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення) внаслідок погіршення властивостей КВ розв'яжемо задачу визначення імовірності відмови КВ в залежності від зміни опору його ізоляції в часі. Для цього використовуємо теорію надійності [6].

Спираючись на роботи професора Стрельнікова В.П. [7], висуваємо гіпотезу про те, що погіршення властивостей ізоляції КВ з часом (старіння ізоляції) відбувається за дифузійно-монотонним (DM) розподілом.

Для визначення залежності імовірності відмови КВ від опору ізоляції пропонується наступний алгоритм: визначається вид залежності опору ізоляції кабелю R від часу t та оцінка адекватності отриманої залежності, далі виражається час експлуатації t через опір R , тобто вирішується зворотна задача, потім визначається імовірність відмови КВ F у залежності від опору ізоляції.

Дослідження проводилися на прикладі кабелів найчастіше використовуваних марок АВВГ 4x10 та ВВГ 4x95 після їх прискореного старіння за методикою [8].

Аналізуючи експериментальні залежності (рис. 1, 2), припускаємо, що опір ізоляції змінюється з часом за показовою функцією

$$R(t) = a_0 e^{a_1 t}. \quad (1)$$

де R , МОм·км – опір ізоляції – визначальний параметр; t , год. – час; a_0 , МОм·км, a_1 , год.⁻¹ – коефіцієнти (параметри) регресії.

Невідомі коефіцієнти a_0 та a_1 підлягають визначенню та статистичній оцінці. Визначення коефіцієнтів проведено методом найменших квадратів [9]. Адекватність моделей перевірено за допомогою критерію Фішера [9]. Отримана математична модель залежності опору ізоляції від часу експлуатації для кабелів марки АВВГ 4x10 та ВВГ 4x95 наведено на рис. 1, 2 разом з експериментальними значеннями.

З обраної моделі отримуємо обернену залежність – залежність часу експлуатації кабельного виробу t від опору його ізоляції R

$$t(R) = \frac{1}{a_1} \ln\left(\frac{R}{a_0}\right). \quad (2)$$

Відомо, що якщо випадкова величина (в нашому випадку – опір ізоляції) розподілена за ДМ-розподілом [6], то і обернена їй випадкова величина також розподілена за цим же законом.

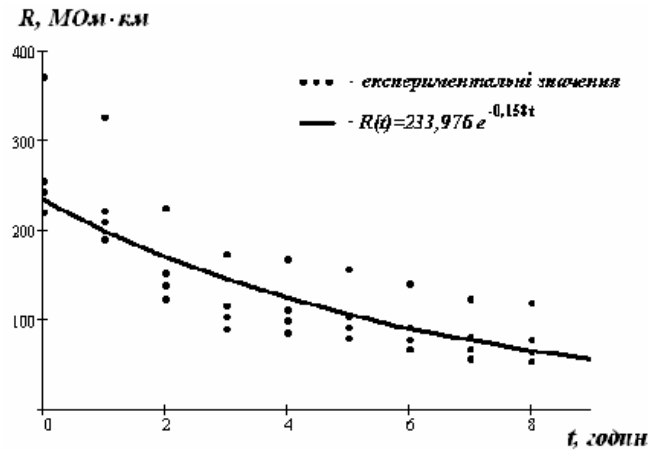


Рис. 1 – Показова модель залежності опору ізоляції від часу експлуатації з накладанням на експериментальні точки для кабелю марки АВВГ 4x10

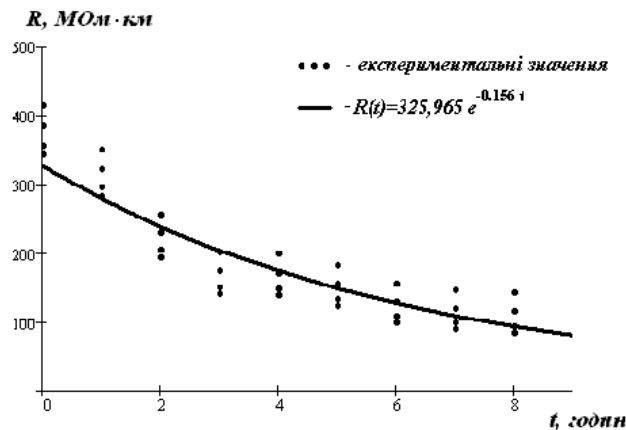


Рис. 2 – Показова модель залежності опору ізоляції від часу експлуатації з накладанням на експериментальні точки для кабелю марки ВВГ 4x95

Застосовуючи вираз (2), визначаємо імовірність безвідмовної роботи ізоляції КВ $P(t) = \Phi\left(\frac{\mu - t}{\nu\sqrt{\mu t}}\right)$ (де P – функція безвідмовної роботи; Φ – функція нормованого нормального розподілу; μ – пара-

Пономарьов В.О., Кулаков О.В., Райз Ю.М.

метр масштабу розподілу; v – параметр форми розподілу [6]) та, відповідно, імовірність відмови ізоляції КВ $F=1-P$ у залежності від опору його ізоляції R (рис. 3).

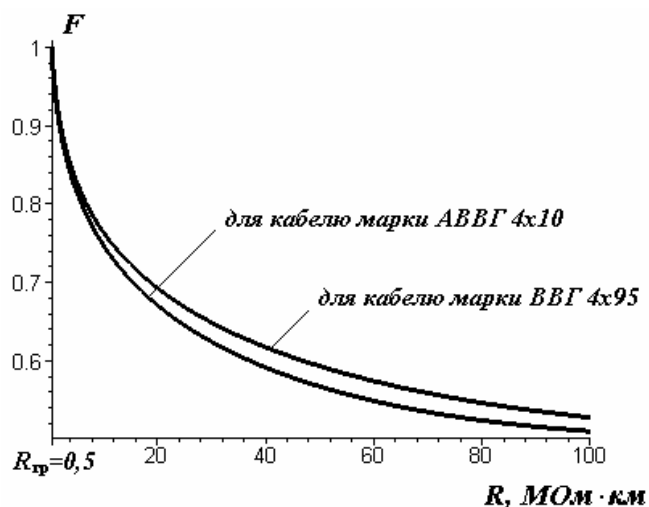


Рис. 3 – Залежності імовірності відмови КВ від опору ізоляції для кабелів марок АВВГ 4x10, ВВГ 4x95

На основі вищевикладеного можливо практично отримати прогноз відмови ізоляції КВ при його подальшій експлуатації. Для цього необхідно лише відслідковувати заміри опору ізоляції протягом всього часу експлуатації КВ та застосовувати побудовані теоретичні залежності $F(R)$.

Висновки. Надано підхід до визначення імовірності відмови КВ в залежності від опору його ізоляції. Це дає можливість прогнозувати відмову КВ при подальшій його експлуатації (зокрема при наближенні опору ізоляції до граничного експлуатаційного стану) та прогнозувати можливість виникнення визначених класів НС техногенного характеру.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України „Про правові засади цивільного захисту”. М. Київ, 24 червня 2004 року № 1859-IV.
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 технической эксплуатации электроустановок потребителей. – Х.: Изд-во “Форт”, 2003. – 264 с.
5. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. Введ. 01.07.92. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 78 с.
6. ДСТУ 3433-96. Надежность техники. Модели отказов. Основные положения. Введ. 01.01.99. – Киев: Госстандарт Украины, 1998. – 42 с.
7. Стрельников В.П. Оценка остаточного ресурса на основе измерения диагностических параметров // Системотехніка. – 2003. - № 1. – с. 25-34.
8. ГОСТ 16442-80. Кабели силовые с пластмассовой изоляцией. Технические условия. Введ. 01.01.82. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999. – 22 с.
9. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей. - М.: Высшая школа, 1999. - 576 с.

УДК 614.8

*Пруський А.В., ад'юнкт, УЦЗУ,
Калугін В.Д., д-р хім. наук, проф., УЦЗУ*

ГАЗОВІ ПОЖЕЖНІ СПОВІЩУВАЧІ НА БАЗІ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ СЕНСОРІВ. ПИТАННЯ ХИБНИХ СПРАЦЮВАНЬ

Проведено обґрунтування актуальності використання напівпровідникового датчика (НПД) у газовому пожежному сповіщувачі (ГПС) системи пожежної сигналізації (СПС). На основі аналізу складу повітря та продуктів тління деревини запропоновано для зниження кількості хибних спрацювань ГПС розраховувати технічні характеристики останніх на монооксид вуглецю (СО)

Постановка проблеми. Застосування напівпровідникового датчика на основі SnO₂ як джерела первинної інформації системи пожежної сигналізації з метою раннього виявлення пожежі.