

УДК 621.314

Афанасьєв О.І.¹, Адамчик К.С.², Черевута Є.С.², Шиков І.В.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-413м НУ «Запорізька політехніка»

ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ІЗОЛЯЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА КЛАСИ НАПРУГИ (10-330) КВ

В розподільних пристроях (РП) з класом номінальних напруг від 10 до 330 кВ важливою частиною, яка оказує вплив на показники експлуатаційної надійності можливо рахувати опорно-ізоляційні покришки та прохідні ізолятори. Тому підвищення вимог до експлуатаційної надійності таких частин електричних апаратів є дуже важливим та актуальним завданням при проектуванні як самих РП, так і комплектуючих їх електричних апаратів.

У загальному випадку під терміном надійність ізоляційної конструкції (ІК) слід рахувати властивість електричного апарату виконувати завдані функції в умовах зберігання власних експлуатаційних показників та параметрів у встановлених межах впродовж фіксованого проміжку часу експлуатації [1]. У більшості випадків ІК можливо віднести до елементів, що не відновлюються у процесі роботи, наприклад прохідний або опорний ізолятор, опорна ізоляційна покришка вимірювального трансформатора тощо. Для таких ІК надійність можливо визначити за допомогою низки показників. Найбільше використання отримали такі показники, як напрацювання до відмови, строк безвідмовної служби, які, у свою чергу, визначаються якістю та товщиною діелектриків, рівнем електричного, теплового, механічного навантаження тощо. Параметри навантаження в процесі експлуатації електричних апаратів нестабільний характер, тому їх реальну дію на термін служби ІК оцінити достатньо складно, тому на практиці можливо зробити тільки приблизне визначення їх рівню з визначеною ймовірністю. В цих умовах зручно користуватися такими

ймовірнісними параметрами, як ймовірність безвідмовної праці, інтенсивність відмов та густина ймовірності відмов [1, 2]. Для практичних розрахунків ці показники надійності завдаються математичними співвідношеннями для обраного теоретичного закону розподілу випадкової величини. В якості такого закону при розрахунку надійності ІК зручно використовувати напрацювання до відмови або напругу перекриття.

Як показують статистичні дані щодо експлуатації електрообладнання у структурі РП високої напруги [2, 4], результати вимірювання розрядних напруг ізоляторів при забрудненні у природних умовах показують, що їх відхилення можливо описати нормальним законом розподілу. У роботах [2, 5, 6] підкреслюється, що у нормальному режимі роботи ІК для них характерно різко неоднорідні електричні поля. У таких умовах величина коефіцієнта варіації при застосуванні нормального закону розподілу знаходиться у межах (0,03 – 0,06). Однак в умовах експлуатації внаслідок відносно високої надійності ІК мають місце відносно малі ймовірності їх перекриття, що приводить до того, що експериментально підтвердити нормальний закон розподілу дуже складно. В таких умовах можливо зробити висновок о усіченні зліва (зона малих напрацювань) нормального розподілу в експлуатаційному режимі. Тоді для оцінки показників надійності ІК в якості теоретичного можливо використовувати як зсічений нормальний, так і логарифмічно-нормальний закони розподілу [2 – 6].

Для підтвердження можливості застосування логарифмічно-нормального закону розподілу в ряді робіт авторів проведено низку досліджень щодо визначення параметрів усіченого та логарифмічно-нормального законів розподілу, яки би не суперечили нормальному розподілу. Оцінку та аналіз вище означених законів розподілу проведено на основі зрівняння основних параметрів надійності [1], якими є густина розподілу відмов (напруг перекриття) $f(U)$ та ймовірності безвідмовної праці $P(U)$ за умовою рівнозначності двох перших моментів розподілів, тобто математичного очікування та дисперсії. Для рішення поставленої задачі розроблено алгоритм розрахунку та створено необхідне програмне забезпечення Low.L-LN.2 на основі якого визначені показники експлуатаційної надійності опорно-ізоляційних покришок вимірювальних трансформаторів та опорних ізоляторів. Розроблено методику визначення параметрів теоретичних розподілів на основі даних експериментальних досліджень або статистичної інформації на основі моніторингу праці ІК в конкретних умовах експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення [Текст]. – Київ: Держстандарт України, 1994. – 92 с.

2. Репозитарій НУ «Запорізька політехніка» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eir.zp.edu.ua/>

3. Оцінка надійності електричних апаратів з використанням ПК. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (освітня програма – Електричні машини та апарати та Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв) всіх форм навчання [Текст] / Укл.: О.І. Афанасьєв. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016 – 22 с.

4. Жорняк, Л. Б. Особливості регулювання напруженості електричного поля уздовж зовнішньої ізоляції газонаповнених трансформаторів напруги [Текст] / Л. Б. Жорняк, О. І. Афанасьєв, В. М. Щусь // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”. Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика. – Х.: НТУ «ХПІ», – 2019. – №2. – С. 13 – 17.

5. Жорняк, Л. Б. Особливості обрання теоретичного закону розподілу при оцінці надійності зовнішньої ізоляції газонаповнених вимірювальних трансформаторів [Текст] / Л.Б. Жорняк, О.І. Афанасьєв, В.О. Поляков та ін. // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”. Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика. – Х.: НТУ “ХПІ”, 2020. – №1’2020 – С. 10–14.

6. Жорняк, Л. Б. Особливості оцінки надійності зовнішньої полімерної ізоляції газонаповнених вимірювальних трансформаторів [Текст] / Л.Б. Жорняк, О.І. Афанасьєв, В.М. Щусь, О.Ю. Морозов, Ю.В. Руденко // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”. Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика. – Х.: НТУ “ХПІ”, 2021. – №2’2021 – С. 3–9.