

УДК 621.311

Дьяченко В.В.

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

ОЦІНКА СТРУКТУРНОЇ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Системи електропостачання поєднують у собі велику кількість різних технічних пристроїв зі складним характером взаємозв'язків та зв'язки із зовнішнім середовищем. Робота цих пристроїв має випадковий характер, обумовлений впливом великою кількістю випадкових факторів.

Нині проектування систем електропостачання, зазвичай, ведеться без кількісних оцінок їх надійності, тобто на "якісному" рівні. Такий рівень ґрунтується на розподіленні приймачів електроенергії за категорією безперебійності та рекомендаціями щодо вибору схем електропостачання для кожної категорії відповідно. Теорія надійності, що заснована на теорії ймовірностей та математичної статистики, та обчислювальна техніка дозволяють об'єктивно зробити оцінку надійності систем електропостачання на кількісному рівні. При кількісній оцінці під надійністю системи електропостачання розуміють ймовірність того, що система перебуватиме в межах технічних норм протягом визначеного періоду часу за заданих умов експлуатації.

Надійність системи електропостачання залежить як від надійності окремих її елементів, так і від рівня їх резервування, що відбивається на конфігурації схеми. В даний час набули широкого поширення методи визначення надійності системи, які ґрунтуються на розбитті системи на

функціональні елементи. Розрахунковий елемент характеризується такими основними статистичними показниками надійності:

- параметр потоку відмов ($\lambda_{ав}$), 1/рік – середня кількість відмов за одиницю часу (зазвичай на рік);
- середній час одного відновлення або заміни елемента, що вийшов з ладу, ($t_{ав}$), година/1 відновлення, цей час включає час на пошук і усунення несправності одного елемента;
- параметр потоку навмисних відключень ($\lambda_{пр}$), 1/рік - середня кількість відключень на рік одного елемента для проведення планово-попереджувального ремонту;
- середній час одного навмисного відключення ($t_{пр}$), година/1 відключення.

Знаючи статичні показники надійності i -го елемента $\lambda_{авi}$, $t_{авi}$, $\lambda_{прi}$, $t_{прi}$ можна знайти статистичну ймовірність неробочого стану i -го елемента (q_i), як:

$$q_i = q_{авi} + q_{прi}. \quad (1)$$

Ймовірність виходу з ладу i -го елемента за причиною аварії ($q_{авi}$) та за причиною планово-попереджувального ремонту ($q_{прi}$) визначаються за формулами:

$$q_{авi} = \lambda_{авi} \cdot t_{авi} / 8760; \quad (2)$$

$$q_{прi} = \lambda_{прi} \cdot t_{прi} / 8760. \quad (3)$$

Статистичну ймовірність робочого стану i -го елемента p_i , визначають як:

$$p_i = 1 - q_{авi}. \quad (4)$$

Основними припущеннями у розрахунках статистичних показників надійності окремих елементів та системи електропостачання в цілому є:

- відмовлення елементів системи не залежить один від одного;
- ймовірність відмов залежить від часу експлуатації, тобто: $\lambda_{ав} = \text{const}$ (властивість стаціонарності потоку відмов);
- ймовірність виникнення одночасно двох аварій мала (властивість ординарності потоку відмов);
- час безвідмовної роботи значно більший за час відновлення.

Існує кілька аналітичних методів розрахунку надійності систем електропостачання. Найбільш поширені метод, що використовує структурні перетворення схеми, і метод, який використовує формулу повної ймовірності.

Метод структурних перетворень зводяться до послідовного "згортання" східної схеми до перетворення її або в ланцюжок послідовно з'єднаних

блоків, або в сукупність паралельно з'єднаних блоків. Знавши ймовірності виходу з ладу кожного блоку, ймовірність виходу з ладу системи в цілому розраховується або як сума ймовірностей виходу з ладу блоків (при послідовному з'єднанні їх у системі), або як добуток цих ймовірностей (при паралельному з'єднанні). Послідовно застосовуючи ці правила обчислення виходу з ладу до кожного блоку, буде знайдено ймовірність виходу з ладу системи через ймовірності виходу з ладу елементів, що входять до неї. Методом рекомендується користуватися за відсутності в системі електропостачання резервування.

Метод, що використовує формулу повної ймовірності, зводиться до перетворення вихідної схеми щодо всіх можливих станів резервних перемичок, обчислення всіх пар ймовірностей виходу з ладу схеми та відповідного стану перемичок. Ймовірність виходу з ладу системи загалом розраховується як сума парних добутків вищевказаних ймовірностей.

Щоб дослідити шляхи підвищення надійності системи електропостачання, потрібно виконати багато розрахунків різних варіантів схем. Для скорочення витрат часу на розрахунки була створена програма, алгоритм якої опирається на вищеописаному підході.

Серед безлічі техніко-економічних характеристик функціонування систем електропостачання об'єктів вирішальну роль відводиться надійності. Розрізняють два види надійності енергетичних систем: речовино-енергетичну та структурно-функціональну схемну. Для систем електропостачання об'єктів другий вид надійності є визначальним. Кількісна оцінка структурно-функціональної надійності систем електропостачання дозволяє вирішувати задачу їх аналізу та синтезу з погляду економічної ефективності. Обчислювальна техніка дає можливість скоротити витрати часу на розв'язання цієї задачі і навіть формалізувати. Новий підхід до розв'язання задачі оцінки структурної надійності системи електропостачання на базі формули повної ймовірності дозволить у подальшому дослідити вплив схем електропостачання на техніко-економічні показники електричних мереж.