

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБСТАНОВКИ НА НАДІЙНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Однією з найважливіших проблем та задач на шляху інтеграції до енергосистеми країн ENTSO-E є підвищення показників надійності живлення споживачів. Надійність електропостачання – це здатність системи забезпечувати споживачів електроенергією в необхідній кількості відповідно до спеціальних умов роботи енергосистеми. При цьому під надійністю електропостачання необхідно розуміти не тільки неперервність в часі і кількісний показник обсягу відпущеної чи недовідпущеної електроенергії, але і якісні показники, такі як несиметрія, несинусоїдальність, відхилення напруги в електричній мережі тощо. Значення цих параметрів має кумулятивний вплив на ймовірність виникнення відмов внаслідок непомітних процесів, пов'язаних з електромагнітною сумісністю споживачів та обладнання електричних мереж. Довготривале відхилення таких показників якості електричної енергії, як несиметрія та несинусоїдальність призводить до нерівномірного перегрівання провідників та прискореного старіння ізоляції, що з одного боку викликає надмірний знос обладнання та передчасний вихід його з ладу, з іншого – складність прогнозування доступного залишкового ресурсу елементів після відновлення працездатності. Таким чином, ці параметри безумовно впливають на надійність роботи системи електропостачання в цілому.

Однією з задач, яка постає при оцінці впливу електромагнітних завад, є встановлення закономірностей зниження надійності елементів електротехнічних комплексів підприємств та міст (ЕКПМ) залежно від рівня несинусоїдальності напруги.

Основними споживачами електричної енергії в ЕКПМ, які характеризуються однотипністю графіків електроспоживання, є багатоквартирні будинки, квартали багатоповерхової забудови, райони малоповерхової забудови з дрібними підприємствами та великі підприємства. Дослідженню впливу мікроджерел електромагнітних завад (ЕМЗ) на параметри якості електричної енергії на рівні споживачів присвячено ряд робіт українських вчених, зокрема комплексний аналіз впливу різних мікроджерел виконано у [1]. На рисунку 1 представлено результати експериментальних досліджень показників ЕМЗ на рівні приєднань окремих житлових будинків (а) районів з малоповерховою забудовою та їх сукупності при живленні від трансформаторної підстанції (б).

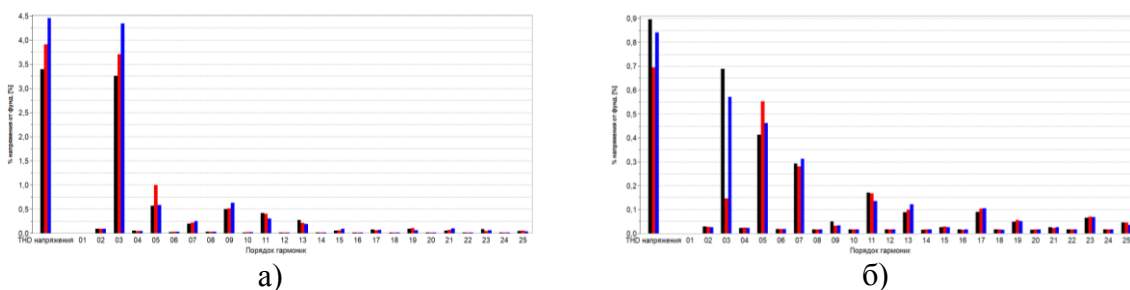


Рисунок 1 – Амплітуди вищих гармонік напруги для
а) багатоквартирного житлового будинку, б) ТП 6/0,4 кВ

Дослідження рівнів вищих гармонік (ВГ) на приєднаннях ТП 6/0,4 кВ показало, що максимальні рівні для третьої гармоніки на стороні 0,4 кВ становлять 3,3...4,6% для приєднань споживачів різних типів. Значення амплітуди 3-ї гармоніки напруги для

сторони 6 кВ змінюється в межах 0,15...0,7%, тобто спостерігається істотне зниження рівнів ВГ при переході на вищий ієрархічний рівень системи електропостачання, що відповідає вищому ступеню напруги живлення. Сумарний коефіцієнт впливу ВГ на форму кривої напруги для сторони 0,4 кВ змінюється в межах 2,6...4,6%, у той час як для сторони вищої напруги 6-10 кВ – в межах 0,7...0,9%.

Для встановлення закономірностей впливу показників якості електроенергії на параметри надійності проведемо їх обчислення в нормальних умовах роботи енергосистеми. Оцінку здатності щодо зменшення впливу ВГ доцільно виконати для трансформаторів 6(10)/0,4 кВ усіх типорозмірів та кабельних ліній, оскільки вони знаходяться найближче до джерел ВГ. Для можливого діапазону зміни коефіцієнта несинусоїдальності на стороні 0,4 кВ покажемо його вплив на інші елементи енергосистеми, а також знайдемо зниження надійності тих елементів, на які впливають вищі гармоніки.

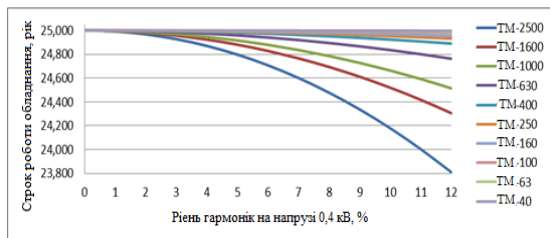


Рисунок 2 – Скорочення терміну служби трансформаторів 6/0,4 залежно від рівня гармонік.

Так, наприклад, для трансформатора ТМ-2500 загальний очікуваний термін служби в залежності від ієрархічної віддаленості його від джерела живлення змінюється в межах 24,93-23,8 роки, тобто помітним є його зниження до 1,2 року у порівнянні з регламентованим терміном експлуатації (25 років). Встановлено, що імпеданс системи електропостачання впливає на проникнення гармонік значно більше, ніж імпеданси трансформаторів. Зі зниженням імпедансу системи пропорційно

знижується вплив вищих гармонік на режим роботи енергосистеми. На термін служби понижувального трансформатора ТМ-40 практично не впливає рівень вищих гармонік, оскільки значення його імпедансу надзвичайно високе і блокує їх вплив. Інша ситуація спостерігається для понижувального трансформатора ТМ-2500, який має порівняно невелике значення імпедансу. Так, у випадку оцінки впливу граничного коефіцієнту несинусоїдальності на рівні 12% на стороні низької напруги, на стороні високої напруги він становитиме до 2,77%. Таке значення дозволяється нормативно на рівні напруги 6-10 кВ, проте навіть такий рівень може призвести до значного зниження надійності роботи елементів енергосистеми. При послідовному з'єднанні трансформатора та кабельної лінії (КЛ) вплив вищих гармонік зростає, а скорочення очікуваного терміну служби лінії може досягти значення 10 років.

Висновок. За результатами проведених аналітичних досліджень, моделювання та розрахунків впливу електромагнітної обстановки на надійність роботи ЕКПМ, можна зробити висновок, що для граничного значення коефіцієнта несинусоїдальності скорочення очікуваного терміну служби понижувальних трансформаторів знаходить в межах 0,1-1,2 роки. При цьому граничні значення вищих гармонік на 1-2 рівнях ієрархії системи електропостачання викликають скорочення терміну експлуатації кабельних ліній до 30 % від регламентованого, що є суттєвим показником, який слід неодмінно враховувати шляхом оцінки фактичних даних електромагнітної обстановки в конкретних умовах експлуатації.

Перелік посилань

1. Бондарчук А. С. Методи і моделі визначення електричного навантаження цивільних об'єктів з використанням графічного і макромоделювання та фрактальних властивостей : дис. докт. техн. наук : 05.14.02 / Бондарчук Анатолій Сергійович – Львів, 2020. – 430 с.

Анотація

У роботі оцінено рівні вищих гармонічних складових на підключеннях трансформаторної підстанції 6/0,4 кВ, що живить багатоквартирні будинки. Показано зниження гармонічного впливу при переході на рівень вищої напруги. Також оцінено зниження очікуваних термінів експлуатації трансформаторів та кабельних ліній в залежності від встановленої потужності та рівнів несинусоїдальності напруги.