

МЕТОДИ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

Чепіжний А. В., к.т.н., ст. викладач

Пономаренко Ю. О., магістрантка

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Постановка проблеми. Надійність системи електропостачання визначається надійністю її окремих елементів (генеруючих агрегатів, ліній електропередачі, комутаційної апаратури, пристроїв захисту та автоматики та ін.), схемами (ступенем резервування) та режимом (запасами статичної та динамічної стійкості), а також життєздатністю чи живучістю системи, т. е. її здатність витримувати системні аварії без катастрофічних наслідків. Стосовно систем електропостачання нормальним слід вважати режим, при якому споживачі забезпечуються електроенергією заданої якості та кількості у точній відповідності до графіка її попиту та схеми електропостачання, передбаченої для умов тривалої роботи [1, 2].

Однак, відмови в роботі системи неминучі навіть за хорошої якості обладнання та високого рівня експлуатації. Відмови відбуваються з низки об'єктивних причин випадкового характеру і, насамперед, через те, що в умовах експлуатації мають місце навантаження, що перевищують допустимі, облік яких зажадав би невиправдано великих запасів при проектуванні системи.

Основні матеріали дослідження. Відповідно до визначення поняття безвідмовності та заданими робочими функціями головної схеми типової підстанції розглянемо причини відмов для її елементів.

Відповідно до [3] причинами відмов силових трансформаторів є відключення, спричинені пошкодженнями обмоток – виткової та поздовжньої ізоляції, перемикачів, перекриттями вводів, пошкодженнями регулювальних пристроїв та суміжних елементів, а також відключення, спричинені хибними діями захисту та помилками персоналу.

Пошкодження поздовжньої ізоляції відбувається через порушення електродинамічної стійкості обмоток і недостатню електричну міцність виткової ізоляції в початковій частині обмоток, а також через дефекти, допущені при виготовленні. Крім механічних процесів в обмотці відбувається і теплове старіння ізоляції як наслідок підвищення температури навколишнього середовища при планових та аварійних перевантаженнях. Відмови високовольтних вводів трансформатора переважно викликані забрудненням від хімічних уносів, а відмови перемикачів – механічним зносом. Усі процеси, розвиваючись у часі, поступово призводять трансформатор до такого стану, коли чергове зовнішнє вплив, наскрізне коротке замикання чи перенапруга, викликає механічне чи електричне ушкодження ізоляції, яке перетворюється на внутрішнє коротке чи виткове замикання [2].

Статистичні дані розподілу причин відмов електрообладнання підстанцій наведено в [3]. Основними причинами трансформаторів відмов є заводські дефекти, грозові ушкодження, неправильна експлуатація та старіння ізоляції.

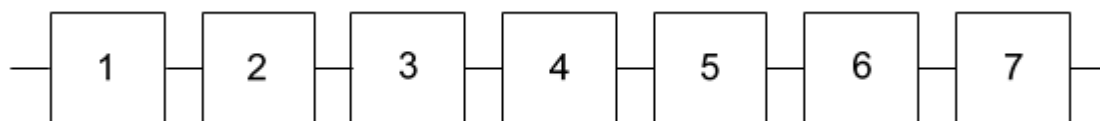
Основні причини відмов вакуумних вимикачів: відмови приводу, перекриття ізоляції, руйнування вакуумної дугогасної камери та зварювання контактів. Значна частина відмов вимикачів відбувається при виконанні основної їх функції - відключення струмів короткого замикання і в переважній більшості випадків відмова супроводжується коротким замиканням в комірці, а отже, і на шинах.

Відмови роз'єднувачів виявляються як короткі замикання, спричинені електричними та механічними ушкодженнями – відмова приводу, несправність механізму. Короткі замикання можуть відбуватися як через помилки персоналу (включення на не зняте заземлення, відключення робочого струму), так і через пошкодження ізоляції.

Відмовами збірних шин є знеструмлення через помилки персоналу, через електричні та механічні пошкодження ізоляції, ошиновки та розрядників, що призводять до короткого замикання на шинах, а також через помилкову дію захисту шин.

Аналіз статистичних даних розподілу причин відмов електрообладнання підстанцій показує, що найнадійнішими із розглянутого обладнання є роз'єднувачі. Це пояснюється конструктивними параметрами та умовами роботи. Найменш надійними є вимикачі через відключення струмів КЗ.

Розглянемо метод розрахунку надійності енергосистеми на прикладі підстанції РТП 35/10 кВ «Степанівська» Сумського РЕМ АТ «Сумиобленерго» (рис. 1).



1 – повітряна лінія 35 кВ; 2 – шини 35 кВ; 3 – силовий трансформатор; 4 – струмопровід; 5 – роз'єднувач; 6 – вакуумний вимикач; 7 – шини КРУ-10 кВ

Рис. 1. Еквівалентна схема підстанції напругою 35/10 кВ «Степанівська»

Досліджувана система електропостачання має послідовне з'єднання підсистем 35 та 10 кВ. У випадку, коли є n послідовно з'єднаних елементів, система відмовляє у випадках, коли відмовляє будь-який з елементів.

Сторона низької напруги системи являє собою паралельне з'єднання двох ланцюгів, що складаються з послідовно з'єднаних відновлюваних елементів. Паралельне з'єднання по відношенню до надійності відновлюваних елементів означає, що при відмові одного з елементів система продовжує виконувати свої функції. З метою спрощення розрахунку можна прийняти припущення, що полягає у заміні ряду послідовних елементів одним еквівалентним.

Розрахунок показників надійності РТП 35/10 кВ «Степанівська» проводився з використанням параметрів відмов щодо шин 10 кВ, тобто для споживачів підстанції. Результати розрахунків показали, що інтенсивність відмов та час відновлення системи на тимчасовий період в 1 рік становлять, відповідно, $\lambda_e = 0,129$ рік⁻¹, $t_{ве} = 28,7$ год. При цьому коефіцієнт готовності обладнання РТП на розрахунковий період набуває значення $k_T = 0,9996$ а коефіцієнт вимушеного

простою $kП = 0,0004$. Середній час безвідмовної роботи системи прогнозується на період $T_{бр} = 7,78$ років.

Висновки. Рекомендовані до застосування типові схеми РТП 35/10 кВ мають високі розрахункові параметри надійності [2, 3].

Застосування даних схем є виправданим рішенням та вимагає техніко-економічних обґрунтувань. Відхилення від типових схем повинні обґрунтовуватись економією матеріальних витрат з неодмінною умовою: зміни у схемі не повинні знижувати надійність електропостачання споживачів та вимог правил охорони праці та промислової безпеки.

Список використаних джерел

1. Правила улаштування електроустановок. – 2-ге вид., переробл., і допов. Харків: Форт, 2009. 736 с.
2. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справочник: Учеб. Пособие. М.: Форум: Инфра-М, 2006. 480 с.
3. Надежность систем электроснабжения. Зорин В.В., Тисленко В.В., Клеппель Ф., Адлер Г. К.: Вища шк. Головное изд-во, 1984. 192 с.