

СПОСОБИ СИМЕТРУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ В ТРИФАЗНІЙ МЕРЕЖІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Дана стаття присвячена дослідженню способів покращення якості електроенергії шляхом зменшення несиметрії напруги в трифазній системі.

Ключові слова: внутрішнє симетрування, зовнішнє симетрування, несиметричність напруги, трифазна мережа, симетруючі пристрої.

Abstract

This article is devoted to the study of ways to improve the quality of electricity by reducing voltage asymmetry in a three-phase system.

Keywords: internal symmetry, external symmetry, voltage asymmetry, three-phase network, balancing devices.

Вступ

Несиметричність напруги – це несиметричність трифазної системи напруг. Вона відбувається тільки в трифазній мережі під впливом нерівномірного розподілу навантажень по її фазам.

Джерелами несиметрії є дугові сталеплавильні печі, тягові підстанції змінного струму, електрозварювальні машини, однофазні електротермічні установки та інші однофазні, двофазні і несиметричні трифазні споживачі електроенергії, в тому числі побутові [1].

Несиметричність напруг негативно впливає на роботу електрообладнання: в електричних мережах зростають втрати електроенергії (ЕЕ) від додаткових втрат в нульовому проводі; однофазні, двофазні споживачі і різні фази трифазних споживачів ЕЕ працюють на різних, не номінальних напругах, що викликає ті ж наслідки, як при відхиленні напруги; загальний вплив несиметричності напруг на електричні машини, включаючи трансформатори, призводить до значного зниження терміну їх служби. Тому необхідно вживати різні методи і засоби для симетрування навантаження.

Основна частина

Режим трифазної системи симетричний при відсутності пульсуючої потужності, тобто коли в системі існують напруги і струми тільки прямої послідовності. Тому всі методи попередження несиметрії (симетрування) спрямовані на компенсацію зазначеної потужності, тобто на зменшення симетричних складових зворотної і нульової послідовностей.

Розрізняють внутрішнє і зовнішнє симетрування [2]. При внутрішньому симетруванні несиметричне (однофазне) навантаження розподіляється між фазами по можливості рівномірно, що зменшує, таким чином, її вплив на систему. Цей метод застосовують для зменшення несиметрії тягових навантажень електрифікованих залізниць, коли різні тягові підстанції підключаються до фаз системи за «гвинтовим» законом. Досягти повної симетрії методом внутрішнього симетрування вдається надзвичайно рідко, оскільки сумарне навантаження в загальному випадку все ж таки залишається несиметричним.

Під зовнішнім розуміють штучне симетрування з застосуванням різних пристроїв, підключених до трифазної мережі так, щоб струми в трифазному джерелі і мережі були симетричними і створювали систему прямої послідовності. Таке симетрування одержало широке поширення і може бути виконане різними способами [3]:

- Підключення до недовантажених фаз додаткових опорів для симетрування сумарного навантаження. Цей спосіб простий, але неекономічний, оскільки веде до значних втрат енергії в зазначених опорах. Крім того, для його здійснення при наявності несиметричних навантажень з

різними параметрами необхідно мати значний арсенал додаткових опорів. Усе ж таки цей спосіб іноді рекомендують застосовувати для захисту турбогенераторів при обриві однієї з фаз.

- *Застосування багатофазної схеми випрямлення струму (наприклад, схеми Ларіонова).* Таке симетрування можна здійснити, коли однофазне навантаження може нормально працювати при живленні від джерела постійного струму. Недоліком цього способу є те, що вищі гармоніки, обумовлені схемою випрямлення проникають у мережу, спотворюють форму кривих струмів і напруг і приводять до збільшення втрат енергії в електроустановці.

- *Симетрування за допомогою фазових зрівнювачів.* Струми зворотної послідовності, викликані несиметричним навантаженням, компенсуються за допомогою синхронних машин, що створюють необхідну для цього систему е.р.с. зворотної послідовності. Електромагнітні фазові зрівнювачі не одержали широкого поширення через велику вагу (12—14 кг/ква) і габаритів, а також складності конструкції і невисокої надійності. В даний час їх пропонують використовувати для комплексного рішення проблеми симетрування й усунення коливань напруги, викликаних дуговими сталеплавильними печами.

- *Використання симетруючого ефекту трифазних асинхронних двигунів.* Якщо трифазний двигун приєднаний до системи з несиметричним навантаженням, він прагне відновити симетрію системи. Недоліком цього способу є те, що асинхронні двигуни повинні працювати зі значним недовантаженням, тому що в іншому випадку вони можуть вийти з ладу внаслідок перегріву.

- *Симетрування за допомогою введення системи додаткових е.р.с.* Для зниження несиметрії вводиться система додаткових е.р.с., що може бути отримана або за рахунок пофазної різниці в коефіцієнтах трансформації, або за рахунок спадання напруги від струмів навантаження в пофазно різних додаткових опорах.

- *Симетрування струмів при роботі трансформаторів двома фазами.* Цей спосіб призначений для симетрування струмів генератора при його роботі на мережу високої напруги через неповну трансформаторну групу, а також при передачі енергії по двох проводах з використанням землі як третій провід.

- *Застосування несиметричних трьохфазно-двохфазних трансформаторів.* Дозволяє здійснювати симетрування режиму тільки при наявності двох рівних по величині і фазі навантажень.

- *Трансформатор з симетруючим пристроєм [4].* Застосовується спеціальний симетруючий пристрій, який вбудовується в трансформатор з схемою Y/Y0.

- *Симетрування навантажень за схемою Штейнмеца та схемою реактора подільника.* Для установок з коефіцієнтом потужності близьким до одиниці (дугові печі непрямої дії, печі опору) застосовують схему Штейнмеца, а для установок з коефіцієнтом потужності до $\cos=0,866$ рекомендується схема з реактором-подільником.

Висновки

Отже, наявність несиметричних навантажень викликає додаткові втрати потужності в елементах мережі (лініях, трансформаторах), а несиметрія напруг трифазної системи негативно впливає на інші електроприймачі, і в першу чергу на двигуни.

Внаслідок несиметрії навантажень і нерівномірності графіка споживання значно збільшуються втрати потужності, погіршується якість електричної енергії у споживачів.

Тому актуальним і своєчасним є розгляд питань, пов'язаних з розробкою методів і засобів симетрування в трифазній мережі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Перхач В.С. Теоретична електротехніка. : Вища шк., 1992.- 439с.
2. Лисяк В.Г. Режими електропостачання, 2010р.
3. Маліновський А.А., Хохулін Б.К. Основи електроенергетики та електропостачання, 2007р.
4. Гнілицький, В. В. Розрахунок параметрів оптимального симетрування напруг компенсаційними установками у трифазних мережах [Текст] / В. В. Гнілицький, О. А. Поліщук // Вісник ЖДТУ. – 2012. – № 3 (62).

Педос Тетяна Зіновівна — асистент кафедри ЕСЕЕМ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: tanushka.em@gmail.com.

Шулє Юлія Андріївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, e-mail: shullye.y.a@vntu.edu.ua.

Tetyana Zinovievna Pedos — assistant professor of the ESEEM department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tanushka.em@gmail.com.

Yuliya Shulle – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electrical Systems of Power Consumption and Energy Management of Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: shullye.y.a@vntu.edu.ua.