

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ТА ЦИВІЛЬНИХ СПОРУД

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній науково-дослідній роботі розглянуто методи несиметричних режимів та метод симетричних складових. Також розглянуто математичні моделі установок симетрування напруг, приведений приклад розрахунку неадекватних режимів в мережах 110 кВ. Проведений аналіз несиметричних режимів в мережах різної напруги. За результатами роботи зроблено висновки, щодо актуальності розглянутої теми.

Ключові слова: несиметрія, моделювання, режим, навантаження, аналіз, фаза, система.

Abstract

In this research, the methods of asymmetric modes and the method of symmetric components are considered. Mathematical models of voltage symmetry installations are also considered, an example of calculation of single-phase modes in 110 kV networks is given. The analysis of asymmetric modes in networks of different voltage is carried out. Based on the results of the work, conclusions were drawn regarding the relevance of the topic under consideration.

Keywords: asymmetry, simulation, mode, load, analysis, phase, system.

Вступ

Несиметричні режими негативно впливають на роботу енергообладнання, супроводжуються втратами, зменшують пропускну здатність мереж, негативно впливають на технологічні процеси. Несиметричні режими виникають в електричних мережах внаслідок несиметрії навантажень, несиметричних коротких замикань, обривів проводів, несиметричного навантаження споживачів.

У разі не регулювання несиметрії в мережах з'являються такі проблеми як зростання втрат в електричних мережах, однофазні, двофазні споживачі працюють не на номінальних напругах. Це можна порівняти з роботою споживача при відхиленнях напруги. Також несиметрія значно скорочує термін служби трансформаторів, електричних машин.

Отже, аналіз режимів несиметрії допоможе краще зрозуміти несиметрію і також знати найкращі варіанти для зменшення впливу несиметрії на енергетику.

Результати дослідження

Несиметричним режимом роботи трифазної системи називається режим, при якому умови роботи фаз неоднакові. Несиметричні режими можуть бути тривалими і короткочасними. Короткочасні несиметричні режими пов'язані з аварійними процесами, короткими замиканнями, обривами із замиканням на землю, відключеннями фаз про однофазному автоматичному повторному включенні. Тривалі режими обумовлені наявністю несиметрії в елементах електричної мережі. Такі режими можуть виникнути при наявності несиметрії в будь-якому елементі системи електропередач, або у разі підключення до системи несиметричних навантажень. Несиметрія може бути двох видів: систематичною та ймовірнісною, або випадковою. Систематичну несиметрію розрізняють при наявності постійного перевантаження однієї з фаз. Ймовірнісна несиметрія характеризується непостійним навантаженням, при якому у різний час перевантажуються різні фази. Слід зауважити, що розвиток промислової і комунальної енергетики характеризується зростанням числа і потужності електроустановок з несиметричним навантаженням, що погіршує роботу інших електроприймачів.

У більшості випадків несиметрія напруги виникає через нерівності навантажень фаз. Здебільшого несиметрія виникає при підключенні однофазних освітлювальних і побутових електроприймачів напругою до 0,4 кВ у міських і сільських мережах. Щоб уникнути цієї несиметрії однофазні електроприймачі потрібно рівномірно розподіляти по фазам.

Причинами несиметрії можуть бути:

1. Несиметрія джерел струму;

2. Неповнофазні режими елементів електричних мереж;
3. Електроприймачі з різними навантаженнями по фазах.

Не дивлячись що несиметрія в загальному є поганим чинником з неї можливо отримати позитивні моменти. При наявності нерівності параметрів ліній по фазах, відпадає необхідність встановлення транспозиційних опор. Транспозиційні опори ненадійні і є джерелами аварій. При зменшенні числа транспозиційних опор ми підвищуємо надійність і зменшуємо пошкоджуваність. Але при цьому погіршується вирівнювання параметрів фаз по лінії, для якого зазвичай і використовують транспозицію. Під час несиметрії напруг у трифазних мережах виникають втрати в елементах електромереж, скорочується термін служби електрообладнання та знижуються економічні показники. При несиметрії напруг в електричних машинах що працюють на змінному струмі утворюються магнітні поля, що обертаються з подвійною швидкістю протилежною синхронній швидкості в напрямку обертання ротора. В результаті виникає додаткове нагрівання активних частин, та гальмівний момент машини.

У загальний збиток, викликаний несиметрією в електричних мережах можна віднести додаткові витрати на втрати електроенергії, збільшення відрахувань на реновацію капітальних витрат, технологічний збиток, зниження світлового потоку ламп при встановленні у фазах з заниженою напругою, скороченням служби роботи освітлювальних ламп які встановленні у фазах з підвищеною напругою, втрати через зменшення реактивної потужності що генерується синхронними двигунами.

При експлуатації РЕМ неповнофазні режими реалізуються у вигляді двох основних систем. Це система «два проводи–земля» (ДПЗ), в якій заземлюється вивід трансформаторів обмотки однієї з фаз, а дві інші знаходяться відносно землі під лінійною напругою, що використовується в мережах з ізольованою нейтраллю, і система роботи двох фаз при відключенні третьої або роботи на одній фазі при відключенні двох інших, яка використовується у мережах із глухим заземленням нейтралі.

З роботи випливає, що 28,8 % енергосистем країни не використовують неповнофазні режими для досить високої надійності електропостачання, 45,7 % мають потребу у використанні неповнофазних режимів, але фактично не можуть їх застосувати через різних ряд системних обмежень, а 25,5 % використовують неповнофазні режими на лініях 35–220 кВ. При цьому 70 % енергосистем вважають доцільним розробку способів підвищення пропускної здатності ПЛ у неповнофазних режимах

Висновки

З даної наукової роботи можемо дізнатися як впливає несиметрія на мережі в цілому, яку шкоду може спричинити, та які заходи потрібні для контролювання несиметрії. Розглянули режими та види поперечної та поздовжньої несиметрії, та розглянули їх математичне моделювання. Також було розглянуто алгоритм симетрування неповнофазних режимів у РЕМ. Розглянули метод симетричних складових для аналізу, та моделювання електричних мереж.

Отже з цієї наукової роботи можна визначити що несиметричні режими негативно впливають на роботу енергообладнання, стимулюють втрати, негативно впливають на обладнання, та системи в цілому. Несиметрію потрібно досліджувати, та старатись компенсувати усіма можливими методами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Визначення потужностей за несиметричних режимів трифазних мереж із заземленою нейтраллю / М. Й. Бурбело, С. М. Мельничук // Технічна електродинаміка. - 2015. - № 4. - С. 71-75.
2. Визначення потужностей навантажень трифазних електричних мереж в несинусоїдних та несиметричних режимах / М. Й. Бурбело, А. В. Гадай, С. М. Мельничук, Ю. В. Лобода // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - 2017. - № 1. - С. 51-56.
3. Математичні задачі електроенергетики. Математичне моделювання електропостачальних систем : навчальний посібник / М. Й. Бурбело – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 185 с.
4. Симетрування неповнофазних режимів в розподільних елек-тричних мережах : монографія / В. О. Леонтєв. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 164 с.

Олексій Вікторович Бабенко – к.т.н. доцент кафедри електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: oleksij_babenko@ukr.net.

Даниїл Павлович Станіславов – студент групи 2ЕЕ-176, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: stanislavov.danik@gmail.com.

***Aleksey V. Babenko** – Cand. Sc. (Eng), Assistan Professor of the department of electrical systems of power consumption and energy management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.*

***Danyil P. Stanislavov** – Faculty of power engeneering and electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: stanislavov.danik@gmail.com.*