

Список літератури.

1. Панченко А. І. Модель гідравлічного приводу мехатронної системи / А. І. Панченко, А. А. Волошина, І. А. Панченко, А. А. Волошин // Праці ТДАТУ, 2018. – Вип. 18. – т. 2. – С. 59-83.
2. Панченко А. И. Конструктивные особенности планетарных гидромоторов серии PRG / А. И. Панченко, А. А. Волошина, И. А. Панченко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Х.: НТУ «ХП», 2018. – № 17 (1293). – С.88-95.
3. Панченко А.И. Планетарно-роторные гидромоторы. Расчет и проектирование: монография / А.И. Панченко, А.А. Волошина // Мелітополь: Издательско-полиграфический центр «Люкс», 2016. – 236 с.

УДК 631.37:621.313

НЕСИМЕТРИЯ НАПРУГ У ТРИФАЗНИХ КОЛАХ ТА ПРИЧИНИ, ЩО ЇХ ВИКЛИКАЮТЬ

Попова І.О., к.т.н., доцент,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Summary: *in the work analyzes the causes of asymmetry of currents and voltage in three-phase circuits and the determined influence of asymmetry of currents on the operation of electrical networks and electrical equipment.*

Keywords: *voltage unbalance, asymmetric three-phase load, current, neutral conductor, emergency modes*

Однією з основних причин виникнення несиметрії напруги є несиметричне споживання струмів, викликаних несиметрично розподіленими однофазними навантаженнями. При наявності нейтрального проводу таке навантаження призводить також до збільшення струмів нейтралі.

Основним способом рішення цієї проблеми є симетрування напруги і струмів за допомогою пасивних елементів. Другим способом симетрування є компенсатор на основі паралельно зустрічно включених тиристорів з послідовним включеними дроселями. Вплив несиметрії струмів на систему електропостачання можна охарактеризувати наступними наслідками: несиметрія струмів призводить до виникнення несиметрії напруги у трифазних колах, яка в свою чергу для однофазного споживача проявляється відхиленням напруги, а для симетричних і несиметричних навантажень приводить до виникнення додаткових струмів прямої і зворотної послідовності. Для динамічного навантаження (асинхронних електродвигунів), опори яких залежні від ковзання і різні для прямої і зворотної послідовностей, викликає додаткові втрати активної потужності [2].

Несиметрія струмів викликає збільшення втрат у розподільному обладнанні мережі. Несиметричні струми зворотної і нульової послідовностей викликають додатковий нагрів у різному обладнанні, зокрема, в розподільних трансформаторах, що зменшує строк їх експлуатації. Зменшити втрати активної потужності від несиметрії струмів у розподільних трансформаторах можна за рахунок схеми з'єднання.

Протікання несиметричних струмів веде до зниження ефективності передачі потужності у випадку, якщо одна фаза завантажена до номінального значення, а дві інші ледь завантажені. В цьому випадку не можна підключити будь-яке трифазне навантаження. В цьому випадку передана потужність трифазної мережі відповідає третині від номінальної.

Несиметричне навантаження в мережах з нейтральним проводом на практиці завжди призводить до виникнення струму в нейтралі. А це додаткові втрати активної потужності і виникнення напруги зміщення нейтралі (напруги нульової послідовності). Крім струму у нейтральному проводі, через нейтральний провід течуть струми третьої і інших непарних гармонік, кратних трьом. Струми вищих гармонік викликаються нелінійними навантаженнями, які в теперішній час складають більшу частину навантажень.

Несиметрія струмів надає додатковий ефект на загрузку нейтрального проводу, що викликає його перевантаження і перегорання (обриву), що призводить до виходу з ладу електротехніки з боку споживача, а також є дуже небезпечним від враження струмом для людини.

Від несиметрії струмів виникають аварійні режими мережі: перевантаження ліній електропередачі, в результаті чого збільшується ризик виникнення аварійних режимів мережі: перевищення номінального струму у фазах лінії, протікання великих струмів в нейтралі.

Причин, що викликають несиметрію струмів, багато. По-перше, це підключення однофазних навантажень до трифазної енергосистеми. Потужне однофазне навантаження викликає сильну несиметрію. Прикладом такого навантаження є електропоїзди. Підключення такого навантаження викликає великі струми зворотної послідовності, що викликають втрати в обмотках тягових трансформаторів на 25 % вище, ніж струмами прямої послідовності. Наявність незалежних однофазних споживачів (побутових споживачів) теж викликає несиметрію струмів: об'єктивну (на стадії проектування електромереж споживачів «рівномірно» розподіляють між фазами) і суб'єктивно (включення і відключення споживачів спостерігається у довільному порядку).

Характер трифазної установки теж впливає на несиметрію споживаних струмів: наприклад, трифазні дугогасні електропечі. В таких печах величина спожитого струму по кожній фазі залежить від розподілення зануреної шихти і носить випадковий характер аж до різкої несиметрії. Різні значення повних опорів у лініях електропередачі теж є причиною несиметрії струмів. Цьому причиною є: відсутність транспозиції проводів в лінії електропередачі, електромагнітний зв'язок між лініями при передачі по одних опорах двох

різних незв'язаних кіл, наявність високочастотних загороджувачів і нерівномірне розподілення паразитних ємностей у довгих лініях [2].

Аварійні режими у лініях електропередачі (обрив фази або коротке замикання фаз між собою на землю) теж є причиною несиметрії струмів. Виникнення несиметричної напруги можливе із-за зовнішніх факторів: аварії на сусідніх ділянках, споживання потужностей і сусідніх ділянках мережі з різко вираженою несиметрією, а також порушення правил в організації електропостачання призводить до несиметрії напруги і струмів в мережі. В цьому випадку компенсація струмів несиметрії, що викликані несиметрією напруги є зайвою, оскільки ці струми компенсації не дають корисного ефекту, а тільки додатково завантажують пристрій компенсації.

Постачальник електроенергії повинен надавати споживачу якісну напругу, що визначено нормами ДСТУ, але на практиці, домогтися цього може бути дуже складною задачею. Одним з рішень цієї проблеми є установка пристрою симетрування напруги на стороні споживача [3]. При стабільному графіку навантажень зниження систематичної несиметрії струмів в мережі може бути досягнуто вирівнюванням навантажень по фазам шляхом переключення частини навантаження з перевантаженої фази на ненавантажену. Але такий спосіб не завжди дозволяє знизити несиметрію струмів до необхідного значення. В зв'язку з цим розроблені пристрої по зниженню несиметрії струмів, такі як конденсаторні установки, що працюють в несиметричному режимі і установки на основі схеми Штейнмеца.

Конденсаторні установки не тільки є джерелом реактивної потужності, широко використовуються для регулювання реактивної потужності і підтримки рівня напруги в енергетичних системах, але і володіють симетруючим ефектом. Конденсаторні установки для симетрування струмів мають ряд недоліків: при їх підключенні стрибки струму; невисока точність компенсації і ступінчасте регулювання; при симетруванні завжди генерується реактивна потужність; можуть виникати перехідні процеси і неможливість симетрування в динамічних режимах роботи мережі.

Ситуація в цій області суттєво змінилася з розробкою і освоєнням виробництва повністю керованих силових електронних ключів, що дало змогу активної фільтрації і керування реактивною потужністю та іншими видами неактивних потужностей, включаючи потужності несиметрії. В наступний час активно досліджуються і розробляються компенсатори реактивної потужності на основі тиристорно-реакторної групи в поєднанні з конденсатором, що дозволяють знизити несиметрію струмів і підвищити якість електроенергії для споживачів.

Аналіз впливу несиметрії струмів у трифазних колах і причин їх виникнення показав, що актуально розробляти компенсатори потужності несиметрії, що дозволяють знизити не тільки несиметрію струмів, а і підвищити якість електроенергії для споживачів. Це дозволить суттєво витрати електроенергії, підвищити енергоефективність і енергозбереження електроустаткування.

Список літератури.

1. ГОСТ 13109-97. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - Введ. в Украине с 01.01.2000.

2. Попова І.О. Контроль режимів роботи асинхронних двигунів при несиметрію напруг мережі. І.О. Попова Автореф. дис... кандидата техн. наук. – Мелітополь: 2003. – 20 с.

3. Косоухов Ф.Д. Снижение потерь от несимметрии токов и повышение качества электрической энергии в сетях 0,38 кВ с коммунально-бытовыми нагрузками /Ф.Д. Косоухов, Н.В. Васильев, А.О. Филиппов //Электротехника. 2014, № 6. – с. 8-12.

УДК 631.37

СУМЩЕНІ СТАТОРНІ ОБМОТКИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З КОРОТКОЗАМНЕНИМ РОТОРОМ

Попова І.О., к.т.н., доцент, Курашкін С.Ф., к.т.н., доцент
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра
Моторного, м. Мелітополь, Україна*

Summary: *there was reviewed the structure of an asynchronous motor with combined stator of six windings are connected simultaneously in star and delta configuration. It has the best characteristics of the magnetic field, high and efficiency coefficient and power factor.*

Keywords: *asynchronous motor, stator winding, winding diagram, star-delta configuration, efficiency, power factor.*

Енергетично ефективні двигуни, що представлені на зовнішньому ринку України і країн СНГ – це асинхронні електродвигуни (АД) з короткозамкненим ротором, в яких за рахунок збільшення маси і якості активних матеріалів, а також більш ретельного проектування вдається підняти на 1-2% (для потужних двигунів) або на 4-5% (для двигунів невеликої потужності) номінальний коефіцієнт корисної дії при незначному збільшенні ціни двигуна.

За більш ніж сто років існування АД в них удосконалювалися електротехнічні матеріали, конструкції окремих вузлів, технологія їх виготовлення, але принципових змін конструктивних рішень, запропонованих М.О. Доливо-Добровольським, в головному, не було. Такий підхід має рацію, якщо навантаження АД змінюється в незначній ступені, не потребується регулювання швидкості і параметри двигуна обрані вірно. Але якщо навантаження АД часто змінюється в процесі роботи, або необхідно