

УДК 621.316

АНАЛІЗ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГ ТА СТРУМІВ МЕРЕЖІ ТА МЕТОДІВ БОРОТЬБИ З НЕЮ

Бурлаков А.В., студент

Науковий керівник: Вовк О.Ю., к.т.н.

Bartem746@gmail.com

Oleksandr.vovk@tsatu.edu.ua

*Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного,
м. Мелітополь*

Актуальність та постановка проблеми. На сьогоднішній день суттєвим негативним фактором, що істотно впливає на якість електроенергії в мережі, є несиметрія напруг та струмів [1 – 2]. У трифазній системі змінного струму вона характеризується тим, що амплітуди фазних напруг (струмів) не рівні між собою, а кути зсуву фаз між ними розподілені нерівномірно [3]. Зазначене по різному впливає на однофазні та трифазні споживачі. Для однофазних споживачів важливим є тільки значення напруги тієї фази, до якої вони підключені. Для трифазних споживачів, наприклад, трифазних двигунів, важливим параметром також є рівномірність розподілення напруг по фазам. Несиметрія є суттєвою проблемою для роботи елементів електричних мереж, тому у роботі поставлена задача проаналізувати як саму несиметрію, так і методи боротьби із нею.

Основні матеріали дослідження. Будь-яку несиметричну систему трьох напруг можна розкласти на три симетричні системи: прямої послідовності, чергування фаз якої збігається з чергуванням фаз вихідної системи, зворотної послідовності, чергування фаз якої протилежне, і нульової послідовності, всі вектори якої спрямовані однаково. Трипровідна система у своєму складі складову нульової послідовності не має [4]. При появі несиметрії з'являються напруги і струми зворотної і нульової послідовності, що призводить до додаткових втрат потужності та енергії, а також втрат напруги в мережі, що погіршує режими і техніко-економічні показники її роботи [5]. Якщо розглядати шкідливий вплив несиметрії на прикладі асинхронних двигунів, як на одних з найпоширеніших видів трифазних споживачів, то складову прямої послідовності можна розглядати як основну корисну частину, а складову оберненої та нульової послідовності – як перешкоду. Під впливом несиметрії в навантаженні протікають відповідні струми, які не виконують корисної роботи та призводять, наприклад, до зниження швидкості обертання валу машини та до його додаткового нагріву. Відповідно до цього й термін служби навантаження буде скорочуватись пропорційно коефіцієнту несиметрії в мережі. Причин несиметрії напруг багато, але основною з них є нерівність розподілу навантаження по фазам [6], яке пов'язано з однофазним виконанням значної частини побутових і промислових електроприймачів. Зазначене призводить до того, що вказані споживачі можуть бути підключені в мережу нерівномірно, або вмикатись на різних фазах в неоднаковий час. Для вимірювання несиметрії напруг розроблений прилад, в основу роботи якого покладено використання фільтрів симетричних складових [7]. Прилад дозволяє вимірювати коефіцієнти несиметрії напруг по нульовій і зворотній послідовностей, фазових кутів напруг і струмів зворотної і нульової послідовностей. Але на сьогоднішній день такі прилади мають велику похибку вимірювань у зв'язку з високою чутливістю приладів до змін частоти в мережі. Існує декілька основних способів зменшення несиметрії напруг та струмів, названих ще симетризуванням. До них належать:

- зниження опору нульової послідовності елементів електричної мережі. Такий спосіб включає в себе зменшення опору нульового проводу за рахунок збільшення його перерізу. Такий спосіб хоча і існує, але на практиці майже не використовується, так як перехід на наступний номінал перерізу проводу потребує додаткових капітальних витрат, що призведе до значного подорожчання лінії;

- поперечна компенсація реактивної потужності. В такому методі симетризування відбувається за рахунок використання конденсаторних батарей в установках для компенсації реактивної потужності. Шляхом несиметричного розподілення по фазам потужності батарей, можна одночасно з підвищенням коефіцієнта потужності домогтися компенсації струмів зворотної послідовності в лінії та трансформаторі. Слід зауважити, що такий спосіб має сенс лише при відносній стабільності несиметрії;

- перерозподіл однофазних навантажень. Такий метод імовірно найбільш простий та доступний і не потребує суттєвих капітальних витрат. Також його застосування дозволяє суттєво зменшити несиметрію напруг та струмів у електричних мережах з комунально-побутовим та змішаним навантаженням. Такий метод має за мету періодично контролювати несиметрію в низковольтній мережі, шляхом вимірювань відповідних величин на трансформаторній підстанції, та рівномірно розподіляти споживачів по фазам. Також для отримання більш точних даних складають карту (схему) розподілення навантаження в мережі і здійснюють подальші підключення відповідно до неї.

Висновок. У роботі розглянуті актуальність проблеми несиметрії, її наслідки та причини виникнення. Проаналізовано методи можливого усунення несиметрії напруг та струму.

Список використаних джерел:

1. Вовк О.Ю. Керування асинхронним електродвигуном за мінімумом витрати ресурсу ізоляції. *Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем*: матеріали I Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції пам'яті В.В. Овчарова, Мелітополь : ТДАТУ, 2020. С.49-50.

2. Вовк О.Ю. Ресурсозберігаюче управління асинхронними електродвигунами. "Енергозабезпечення технологічних процесів": Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції пам'яті І.І. Мартиненка. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. С.12.

3. Овчаров В. В. Вовк О. Ю. Теоретичні передумови комплексного діагностування асинхронних електродвигунів. *Праці Таврійського державної агротехнічної академії*: наукове фахове вид., Вип. 1, Т.21. Мелітополь: ТДАТА, 2001. С. 4-6.

4. Правила улаштування електроустановок. 2-ге вид., переробл., і допов. Харків : Форт, 2009. 736 с.

5. Овчаров В.В., Вовк О.Ю. Загальна електротехніка: Навчальний посібник для студентів вищ.навч.закл., які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва». Мелітополь : Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2018. 310 с.

6. Карташев И.И., Тульский В.Н., Шамонов Р.Г., Шаров Ю.В., Насыров Р.Р. Управление качеством электроэнергии : учебное пособие / Под ред. Ю. В. Шарова. М. : Издательский дом МЭИ, 2017. 347 с.

7. Коковин В. Е. Фильтры симметричных составляющих в релейной защите. М. : Энергия, 1968. 90 с.