

УДК 621.316

## АНАЛІЗ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГ ТА СТРУМІВ МЕРЕЖІ ТА МЕТОДІВ БОРОТЬБИ З НЕЮ

Бурлаков А. В., студент

[Bartem746@gmail.com](mailto:Bartem746@gmail.com)

Науковий керівник: Вовк О. Ю., к.т.н.

[Oleksandr.vovk@tsatu.edu.ua](mailto: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-конф. пам'яті В.В. Овчарова*, Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 49-50.
2. Вовк О. Ю. Ресурсозберігаюче управління асинхронними електродвигунами. *Енергозабезпечення технологічних процесів: зб. тез доп. VIII Міжнар. наук.-практ. 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*. Мелітополь, 2001. Вип. 1, т. 21. 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. Мелітополь: Люкс, 2018. 310 с.
6. Управление качеством электроэнергии: учебное пособие / И. И. Карташев и др.; под ред. Ю. В. Шарова. Москва: МЭИ, 2017. 347 с.
7. Коковин В. Е. Фильтры симметричных составляющих в релейной защите. Москва: Энергия, 1968. 90 с.