

*Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.  
Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 17-18 листопада 2016.*

**УДК 621.3.016.313**

**П.С. Євтух, докт. техн. наук, проф., Р.О. Демченко**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГИ ШЛЯХОМ ЗБІЛЬШЕННЯ ПОТУЖНОСТІ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ**

**P.S. Evtukh, Dr., Prof., R.O. Demchenko**

## **REDUCING OF VOLTAGE UNSYMMETRY BY INCREASING POWER OF SHORT CIRCUIT**

У зв'язку з присутністю певних складнощів при електропостачанні промислових споживачів все більше уваги приділяється питанням підвищення енергоефективності обладнання. Оптимізація та покращення показників якості електроенергії з метою підвищення ефективності використання та забезпечення надійності і довговічності роботи обладнання є одними з найважливіших завдань при організації електропостачання та електроспоживання.

Несиметрія напруг на затискачах навантаження зворотно пропорційна потужності короткого замикання. Таким чином, збільшуючи потужність короткого замикання, можна добитися зниження рівня несиметрії напруги.

Розглянемо наступні методи збільшення потужності короткого замикання:

- 1.переведення системи електропостачання на більш високу ступінь напруги;
- 2.зменшення опору живлячої системи:

Першим методом зниження несиметрії напруги на затискачах навантаження є переведення системи електропостачання на більш високу ступінь напруги.

Розрахунки, які приведені в [1] показали, що в умовах прийнятих припущень переведення системи на сусідню більш високу ступінь напруги в діапазоні стандартних номінальних напруг  $6\div 35$  кВ призводить до збільшення потужності трансформатора в  $2,8\div 4,0$  рази. Якщо при цьому опір живлячої системи рівний реактивному опору трансформатора то в стільки ж раз знижується коефіцієнт несиметрії напруги на затискачах навантаження. Необхідно відмітити, що підвищення ступеня напруги при прийнятих умовах тягне за собою значне збільшення додаткових приведених затрат, які обумовлені ростом потужності трансформатора. Це пов'язано як зі збільшенням втрат активної потужності в трансформаторі так і з дискретністю шкали номінальних потужностей стандартних трансформаторів. Враховуючи, що в промислових системах електропостачання загального призначення опір трансформаторів зв'язку з енергосистемою, як правило, складає значну долю в опорі живлячої мережі то метод корекції напруг, який розглядається, є економічно недоцільним.

Другим методом зниження несиметрії напруги на затискачах навантаження є зменшення опору живлячої системи. В загальному випадку, опір живлячої системи складається з опору лінії електропередач, трансформатора і в деяких випадках струмообмежуючого реактора. Розглянемо можливості зниження опору живлячої системи за рахунок зміни кожної із її складових.

Опір лінії електропередач можна знизити за рахунок збільшення сечення проводів. При цьому значення повного опору зменшується, головним чином, за рахунок зменшення його активної складової, в той час як реактивний опір змінюється несуттєво і в деяких випадках може навіть збільшуватися. Враховуючи, що в реальних промислових системах електропостачання значення опорів ліній електропередач значно менше опорів трансформаторів то вказаний спосіб є малоприматним.

Опір трансформатора зв'язку з енергосистемою можна зменшити шляхом збільшення номінальної потужності при незмінній ступені напруги. Враховуючи, що опір трансформатора складає значну частину опору живлячої мережі то спосіб, який пов'язаний зі зменшенням опору живлячого трансформатора, можна застосовувати для симетрування напруг.

З аналізу розрахунків приведених в [1] випливає, що переведення потужності трансформатора на сусідню більш високу ступінь стандартної шкали номінальних потужностей при значенні  $\alpha$  (відношенні модуля потужності несиметричного навантаження до модуля потужності симетричного навантаження) в діапазоні 0 – 1,0 в більшості випадків приводить до зниження несиметрії напруги на затискачах навантаження нижче нормованих границь. При цьому збільшення номінальної потужності трансформатора зв'язку з енергосистемою для класу 10÷80 МВА знаходиться в межах 1,25÷1,6. Тому симетрування напруг за допомогою збільшення потужності живлячого трансформатора може розглядатися як технічно і економічно доцільний захід.

Для зниження опору живлячої системи можуть бути також використані симетричні ємнісні пристрої повздожньої компенсації (ППК), які застосовуються в електричних мережах для оптимізації режиму напруги. Враховуючи, що в реальних системах електропостачання промислових підприємств завантаження трансформатора в нормальних експлуатаційних режимах суттєво нижче (на 30% і більше) номінального, а також, що для необхідного зниження несиметрії напруги необхідна лише часткова компенсація індуктивного опору живлячої системи, фактичні затрати на ППК будуть значно менші значень, які приведені в [1]. Проведений аналіз дозволяє зробити висновок про те, що застосування ППК в якості зниження несиметрії напруги є економічно доцільним заходом.

Слід відмітити такі позитивні сторони застосування ППК для симетрування напруги, як параметричний ефект регулювання, зниження коливань і підвищення рівня напруги на зажимах навантаження. Разом з цим використання ППК також як і інші способи, які розглядалися вище призводить до збільшення потужності короткого замикання в системі електропостачання, що погіршує умови роботи комутаційного обладнання. Дане протиріччя необхідно враховувати при виборі вказаних способів симетрування напруги і, у випадку необхідності, передбачати заходи по обмеженню струмів короткого замикання.

### **Література**

1. Николаенко В.Г. Коррекция режимов систем электроснабжения с несимметричными элементами: Диссертация канд. тех. наук. Институт электродинамики. – Киев, 1984. – 273 с.