

Л. Н. Добровольська, канд. техн. наук;
І. В. Ярошук, асп.

ЗМЕНШЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ МАГІСТРАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ НА РОЗПОДІЛЬНІ МЕРЕЖІ ОБЛЕНЕРГО

Розглянуто технічні заходи для зменшення величини негативного впливу режимів роботи магістральних електричних мереж на розподільні мережі обленерго. Показана їх ефективність на базі реальної електричної мережі.

Вступ

У замкнених електричних мережах 35...750 кВ спостерігається взаємовплив фрагментів мережі, які належать різним суб'єктам господарювання. Особливо актуальним, у цьому плані, є зменшення негативного впливу магістральних електричних мереж на розподільні мережі обленерго. Причинами цього впливу є неоднорідність електричних мереж та неоптимальні коефіцієнти трансформації на автотрансформаторах зв'язку магістральних електричних мереж. Наслідками такого впливу є додаткові перетоки потужності у розподільних мережах обленерго і, відповідно, погіршення їх функціонування за показниками економічності та дотриманням режимних рівнів напруг.

Методи розподілу втрат потужності між різними суб'єктами ринку електроенергії детально проаналізовані в [1].

Для перевірки ефективності розроблених методів та алгоритмів у роботі розраховано приклад реального фрагменту ЕЕС України зі зведенням параметрів схеми заміщення його елементів до однієї напруги та з використанням коефіцієнтів трансформації у явному вигляді. Обчислено величини додаткових перетоків струму, спадів напруги та втрат потужності, які виникають у розподільних мережах обленерго, внаслідок негативного впливу на них режимів роботи магістральних електричних мереж.

Метою роботи є розробка та аналіз ефективності визначення величини негативного впливу режимів роботи магістральних електричних мереж на розподільні мережі обленерго, а також розробка технічних заходів для зменшення цього впливу.

Постановка задачі

Для зменшення величини негативного впливу магістральних електричних мереж на розподільні мережі обленерго у роботі застосовуються такі методи:

- оптимізація коефіцієнтів трансформації на автотрансформаторах зв'язку магістральних електричних мереж;
- встановлення УПК у вітки мережі, які належать магістральним електричним мережам;
- встановлення УПК у вітки мережі, що належать магістральним електричним мережам та подальша оптимізація коефіцієнтів трансформації на автотрансформаторах зв'язку магістральних електричних мереж;
- розмикання віток електричної мережі, які належать розподільним електричним мережам.

Оптимізація коефіцієнтів трансформації на автотрансформаторах зв'язку магістральних електричних мереж

Запишемо вираз (18) у критеріальній формі в узагальненому матричному вигляді

$$\begin{bmatrix} E_{*zp.a} \\ E_{*zp.p} \end{bmatrix} = \pi^e \times \begin{bmatrix} 1 \\ J_{*a}^B \\ J_{*p}^B \end{bmatrix}, \quad (1)$$

де $\pi^e = \begin{bmatrix} \pi_{a1}^e & \pi_{a2}^e & \pi_{a3}^e \\ \pi_{p1}^e & \pi_{p2}^e & \pi_{p3}^e \end{bmatrix}$ — матриця критеріїв подібності у критеріальній моделі зрівнювальних е.

р. с. в контурах ЕЕС; J_{*a}^B, J_{*p}^B — відповідно активна та реактивна складові вектора-стовпця задавальних струмів у вузлах для схеми зі взаємними перетоками потужності.

Встановлення УПК у вітки мережі

Однією з причин негативного впливу магістральних електричних мереж на розподільні мережі обленерго є неоднорідність електричних мереж. Постає задача розроблення алгоритму визначення оптимальної величини опору УПК, яку необхідно встановити у вітках, що належать магістральним електричним мережам для мінімізації цієї неоднорідності.

Загальновідомо, що для реальних електричних мереж справедлива нерівність

$$\frac{X_1}{R_1} > \frac{X_2}{R_2}, \quad (2)$$

де X_1, R_1 — відповідно реактивна та активна складові опорів віток, що належать магістральним електричним мережам; X_2, R_2 — відповідно реактивна та активна складові опорів віток, що належать розподільним мережам обленерго. Оскільки УПК зменшують індуктивну складову опорів, то їх доцільно встановлювати у вітках електричної мережі, які належать магістральним електричним мережам для забезпечення виконання рівності

$$\frac{X_1 - X_k}{R_1} = \frac{X_2}{R_2}, \quad (3)$$

де X_k — величина ємнісного опору УПК, або після спрощення

$$X_k = X_1 - \frac{R_1}{R_2} X_2, \quad (4)$$

або для контуру з багатьма вітками

$$X_k = \sum_{i=1}^n X_{1i} - \frac{\sum_{i=1}^n R_{1i}}{\sum_{k=1}^m R_{2k}} \sum_{k=1}^m X_{2k}, \quad (5)$$

де n і m — кількість віток, що належать відповідно магістральним електричним мережам та розподільним мережам обленерго у паралельних зв'язках певного контуру.

Для встановлення УПК у вітки мережі, що належать магістральним електричним мережам, та подальшої оптимізації коефіцієнтів трансформації на автотрансформаторах зв'язку магістральних електричних мереж спочатку визначають величини опорів X_{ki} , встановлюють їх у вітках магістральних електричних мереж та визначають величину оптимальних коефіцієнтів трансформації для мережі з уже новими параметрами.

Розмикання віток електричної мережі, що належать розподільним мережам обленерго

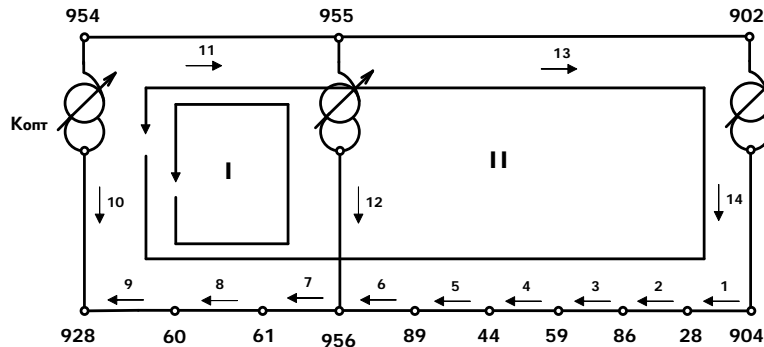
Розмикання віток розподільних мереж обленерго дозволить повністю усунути негативний вплив магістральних електричних мереж на розподільні мережі обленерго, оскільки зрівнювальні е. р. с. зумовлені неоднорідністю електричних мереж та неоптимальними коефіцієнтами трансформації, у розімкнених контурах протікання зрівнювальних струмів зумовлювати не будуть.

Розмикання слід здійснювати у кожному замкненому контурі у вузлі поточкорозподілу потужності. Якщо точки поточкорозподілу реактивної та активної потужностей не співпадають, то розмикання необхідно здійснювати у вузлі з мінімальним значенням напруги (як правило, це вузол поточкорозподілу реактивної потужності). Після визначення вузла, у якому необхідно зробити роз-

микання, шляхом послідовного від'єднання віток, які у цьому вузлі сходяться, визначаємо ту, від'єднання якої призводить до найменшої величини загальносистемних втрат активної потужності.

Приклад

Для перевірки ефективності розробленого методу визначення величини додаткових перетоків струму, спадів напруги та втрат потужності у розподільних мережах обленерго внаслідок впливу на них режимів роботи магістральних електричних мереж розглянемо фрагмент схеми замкненої мережі 110...330 кВ Волинської області (рис.) і виконаємо необхідні розрахунки для неї. У цій схемі вузли 954, 955, 928 та 956 належать Волинським МЕМ, а вузли 60, 61, 89, 44, 59, 86 та 28 — ПАТ «Волиньобленерго».



Розрахунковий фрагмент мережі 110...330 кВ Волинської області

Ефективність від застосування вищенаведених методів аналізувалася за допомогою величини трьох показників:

1. Втрати активної потужності у мережі 110—330 кВ ($\Delta P_{110-330}$, МВт);
2. Втрати активної потужності у мережі 110 кВ обленерго (ΔP_{110} , МВт);
3. Втрати активної потужності у мережі 110 кВ обленерго внаслідок впливу на неї режиму роботи магістральної електричної мережі (ΔP_o , МВт).

Результати розрахунків зведені в таблицю.

Результати розрахунків

Параметри режиму	Режими								
	Нормальний	Оптимальний $k_{тр}$		Встановлення УПК		Встановлення УПК+опт. $k_{тр}$		Розмикання	
	абсолютні одиниці	абсолютні одиниці	Δ , %	абсолютні одиниці	Δ , %	абсолютні одиниці	Δ , %	абсолютні одиниці	Δ , %
$\Delta P_{110-330}$, МВт	2,818	2,760	-2,06	2,693	-4,436	2,632	-6,6	2,704	-4,045
ΔP_{110} , МВт	0,938	0,857	-8,64	0,745	-20,58	0,663	-29,32	0,658	-29,85
ΔP_o , МВт	0,362	0,102	-71,82	0,18	-50,28	0,015	-95,86	0	-100,0

Висновки

Апробація методів оптимізації на прикладі реальної електричної мережі продемонструвала їх ефективність для зменшення величин негативного впливу режиму роботи магістральних електричних мереж на розподільні мережі обленерго за показниками втрат активної потужності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Добровольська Л. Н. Аналіз методів розподілу втрат потужності в електроенергетичних системах / Л. Н. Добровольська, І. В. Ярошук // Технічна електродинаміка. — 2009. — № 5. — С. 58—62.
2. Лежнюк П. Д. Втрати потужності в електроенергетичних системах від транзитних перетікань / П. Д. Лежнюк, В. В. Кулик, О. Б. Бурикін // Енергетика та електрифікація. — 2006. — № 3. — С. 26—33.
3. Лежнюк П. Д. Определение и анализ потерь мощности от транзитных перетоков в электрических сетях энергосистем методом линеаризации / П. Д. Лежнюк, В. В. Кулик, А. Б. Бурькин // Электрические сети и системы. — 2006. — № 1. — С. 5—10.
4. Мельников Н. А. Матричный метод анализа электрических цепей / Н. А. Мельников. — М.: Энергия, 1972. — 232 с.

Рекомендована кафедрою електричних станцій та систем

Стаття надійшла до редакції 10.10.11

Рекомендована до друку 10.11.11

Добровольська Любов Наумівна — завідувач кафедри, Ярошук Ігор Володимирович — аспірант.

Кафедра електропостачання, Луцький національний технічний університет, Луцьк