

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБЛІКУ ВТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В УМОВНО ЗАМКНЕНИХ ЛІНІЯХ

*Стрижак В.Д., к.т.н., доц., Донченко Р.М., асистент, Лугова О.В., доц.,
Морозевич І.В., магістрант*

*Кременчуцький державний політехнічний університет імені Михайла Остроградського
39614, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20
E-mail: ke@polytech.poltava.ua*

В данной статье показано, что в условно-замкнутых линиях электросетей не возможен точный подсчет потерь электроэнергии по стандартным методикам, а также предложен комплекс мероприятий и способ для более точного определения этих потерь с учетом перетоков электроэнергии.

Ключевые слова: условно-замкнутые линии, потери энергии.

This article contains the following information: it is impossible to calculate exactly power losses of relative-connection electrical supply networks with the help of standard methods. It is proposed to consider measures complex and a methods of more exact determining these losses taking into account power overflow.

Key words: relative-connection networks, power losses.

Вступ. В умовах сучасної системи планування, економічного стимулювання і госпрозрахунку одним з основних виробничих показників районів електричних мереж є втрати електроенергії та заходи для їх зниження.

Питання визначення втрат електроенергії досить докладно вивчалися стосовно міських і промислових мереж рядом авторів [1, 3]. Але вони не розглядали умовно-замкнені електричні лінії.

Зараз немає можливості точного визначення втрат електроенергії в умовно-замкнених лініях, так як не враховуються перетоки енергії між взаємозарезервованими лініями в аварійному режимі. Втрати енергії визначають для кожної взаємозарезерованої лінії окремо [3].

В сучасних умовах глобального руху щодо підвищення економічності використання енергоресурсів, покращення точності визначення втрат електроенергії в лініях електромережі стає проблемним питанням. Його вирішення дозволить більш ефективно використовувати наявні енергетичні потужності.

Мета роботи. Запропонувати комплекс заходів, які б дозволили підвищити точність обліку втрат електроенергії в умовно замкнених лініях.

Матеріал і результати дослідження. Втрати електричної енергії враховуються як один з показників при оцінці підсумків виробничо-господарської діяльності району електричних мереж. Тому, при проектуванні і експлуатації електричних мереж постачання необхідно приймати заходи щодо їх мінімізації.

Найбільша кількість умовно замкнених ліній припадає на сільські лінії 10 кВ. Втрати електричної енергії у цих мережах в основному обумовлені нагріванням проводів і обмоток трансформаторів при протіканні по них електричного струму.

З метою упорядкування виробленої і реалізованої електричної енергії, а також зниження втрат електроенергії і створення можливості зведення балансів електроенергії енергоорганізаціями зараз рекомендується система «головного» обліку електроенергії [1, 3].

Така система дозволяє за показаннями лічильників електричної енергії в окремих вузлах енергоорганізації визначити небаланси електроенергії, здійснювати безперервний контроль за розподілом електроенергії, виявляти невраховані підключення, перевірити справність первинних і вторинних кіл і самих приладів обліку, контролювати втрати електричної енергії.

Втрати активної електричної енергії в лініях напругою 10 кВ визначаються за формулою [1]:

$$\Delta W_a = \frac{1.03(W_{aT}^2 + W_{rT}^2)}{24TU_{mid}^2} R_{eq} (1 + \gamma^2) 10^{-3}, \quad (1)$$

де 1,03 – коефіцієнт, який враховує зміну фази при розрахунку середнього навантаження; W_{aT} , W_{rT} – активна і реактивна складові електричної енергії, передані по головній ділянці електричної мережі за розрахунковий період T (в добах), кВт-год; R_{eq} – еквівалентний опір (активний) лінії, Ом; U_{mid} – середній рівень лінійної експлуатаційної напруги на головній ділянці лінії, кВ; γ – коефіцієнт варіації, що визначається за типовим добовим графіком залежно від пори року.

Значення коефіцієнта потужності приймається для всіх навантажень однаковим і визначається за пропуском електроенергії через головну ділянку електричної мережі за розрахунковий період

$$\cos \varphi = \frac{W_{aT}}{\sqrt{W_{aT}^2 + W_{rT}^2}}. \quad (2)$$

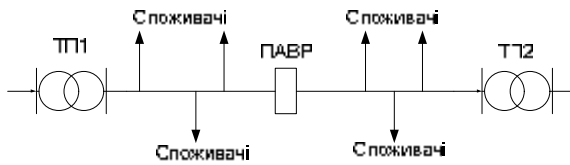


Рисунок 1 – Принциповий устрій взаєморезервованих мереж

В аварійних випадках, коли спрацьовує вмикач резерву і до основної лінії підключається резервована (рис. 1), використовувати формулу (1) не можливо, бо еквівалентний опір цієї нової лінії буде визначатися за формулою:

$$R_{eq} = R_{1eq} + r_{2eq}, \quad (3)$$

де R_{1eq} – еквівалентний опір лінії, яка знаходиться в робочому стані; r_{2eq} – еквівалентний опір резервованої лінії.

Визначення еквівалентного опору резервованої лінії, а також і визначення втрат електричної енергії в ній, можливе при наявності лічильників електричної енергії, які б враховували перетоки електроенергії у взаєморезервованих лініях.

Втрати електроенергії в умовно замкнених лініях можна визначити за формулою, кВт-год:

$$\Delta W = 3 \cdot 10^{-3} \left[(I_1^2 R_{eq1} + I_2^2 R_{eq2}) T + I_{r1}^2 r_{eq1} t_1 + I_{r2}^2 r_{eq2} t_2 \right], \quad (4)$$

де I_1, I_2 – струм головної ділянки першої, другої взаємо-резервованої лінії; R_{eq1}, R_{eq2} – еквівалентний опір першої, другої взаємо-резервованої лінії; r_{eq1}, r_{eq2} – еквівалентний опір першої, другої взаєморезервованої лінії, розрахований з боку пункту автоматичного вмикання резерву (ПАВР); T – час роздільної роботи взаємо-резервованих ліній; t_1, t_2 – час відімкнення першої, другої трансформаторної підстанції (ТП); I_{r1}, I_{r2} – струм, що проходить через ПАВР при відключенні другої, першої ТП відповідно.

Струми I_1 та I_2 є середньоквадратичними і визначаються на основі величини перетоків електроенергії між взаєморезервованими лініями.

За показами активних і реактивних лічильників, установлених в ПАВР, визначається середнє значення струмів \bar{I}_1 і \bar{I}_2 :

$$\bar{I}_1 = \frac{\sqrt{W_{a1}^2 + W_{r1}^2}}{\sqrt{3} U_{mid} t_1}, \quad (5)$$

$$\bar{I}_2 = \frac{\sqrt{W_{a2}^2 + W_{r2}^2}}{\sqrt{3} U_{mid} t_2}, \quad (6)$$

де W_{a1}, W_{r1} та W_{a2}, W_{r2} , – різниця показів лічильників на початку і в кінці розрахункового періоду, враховуючих енергію, яка споживається другою та першою резервованою лінією; t_1, t_2 – час відімкнення першої, другої резервуючої лінії.

Середньоквадратичне значення струмів визначається за формулами [1]:

$$\tilde{I}_1 = \sqrt{\left(k_1 \bar{I}_1 \right)^2 + \bar{I}_1}, \quad (7)$$

$$\tilde{I}_2 = \sqrt{\left(k_2 \bar{I}_2 \right)^2 + \bar{I}_2}, \quad (8)$$

де k_1, k_2 – коефіцієнти варіації середніх значень струмів за розрахунковий період.

Відомо, що математичним очікуванням або першим початковим моментом випадкової величини є середнє значення за розрахунковий період.

Другий центральний момент або залишкова дисперсія визначається за формулою:

$$\sigma^2[I] = \frac{\sum_{i=1}^n (I - \bar{I})^2}{n}, \quad (9)$$

де n – відповідне число ступенів волі.

Далі визначаються коефіцієнти варіації за розрахунковий період:

$$k_1 = \frac{\sqrt{\sigma^2[I_1]}}{\bar{I}_1}, \quad (10)$$

$$k_2 = \frac{\sqrt{\sigma^2[I_2]}}{\bar{I}_2}. \quad (11)$$

При визначенні r_{eq1} і r_{eq2} використовують значення струмів I_1 і I_2 .

Висновки. Стандартні методи розрахунку втрат електроенергії не можуть дати достатньої точності при використанні їх для умовно-замкнених ліній. Для більш точного визначення втрат електроенергії у таких лініях запропоновано встановлювати додаткові лічильники перетоків електроенергії у пунктах автоматичного включення резерву. Тоді, втрати в умовно замкнених лініях електромережі можна розрахувати за (4).

ЛІТЕРАТУРА

1. Бадьяна Н.А. Разработка и исследование методов определения потерь в сельскохозяйственных сетях напряжением 10 кВ. Автореферат диссертации кандидата технических наук. – М, 1998.
2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математической статистики. – М.: Высшая школа, 1998.
3. Головкин П.И. Энергосистема и потребители электрической энергии. – М.: Энергия, 1979.

Стаття надійшла 7.03.2008 р.
Рекомендовано до друку д.т.н., проф.
Чорним О.П.