

СЕКЦІОНУВАННЯ РОЗПОДІЛЬНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ В ЯКІЙ ЕКСПЛУАТУЮТЬСЯ ЕЛЕКТРИЧНІ СТАНЦІЇ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛАХ ЕНЕРГІЇ

Анотація:

Проаналізовано існуючу методику секціонування розподільної електричної мережі. Запропоновано удосконалення цієї методики врахуванням потужності генерування електричних станцій, що використовують відновлювані джерела енергії та експлуатуються в розподільних електричних мережах.

Ключові слова: розподільні електричні мережі, відновлювані джерела енергії, секціонування.

Abstract:

The existing method of partitioning of the distribution network is analyzed. Improvement of this methodology taking into account the power of generation of electric power stations using renewable energy sources and exploited in distribution electric networks is proposed.

Key words: power distribution networks, renewable energy sources, sectioning.

Вступ

Ознакою сьогодення є швидкі темпи розвитку відновлюваної енергетики. Основною перевагою використання відновлюваних енергоресурсів є їх невичерпність та екологічна чистота, що сприяє поліпшенню екологічного стану і не призводить до зміни енергетичного балансу на планеті [1]. Останнім часом у Вінницькій області досить активно розбудовуються потужні сонячні електростанції (Слобода-Бушанська ФЕС, Гальжбіївська ФЕС, Цекінівська ФЕС та ін.) та малі гідроелектростанції, зокрема в розподільних електричних мережах.

В наш час актуальною задачею є підвищення надійності та якості електропостачання в розподільних електричних мережах (РЕМ) в яких експлуатуються такі електростанції.

Серед багатьох інших, до таких задач відноситься узгодження місць оптимального секціонування РЕМ, які експлуатуються як радіальні. Введення в них електростанцій, які використовують ВДЕ, переводить частину ліній електропередачі в режим роботи з двостороннім живленням [2].

Метою досліджень є підвищення надійності електропостачання в розподільних електричних мережах з ВДЕ шляхом їх оптимального секціонування.

Результати досліджень

Розглянемо вибір раціональних місць секціонування мереж згідно з методикою [3]. Визначаємо відносні потужності першої зони (зони від ввідного вимикача до місця встановлення комутаційного апарата) $P_{1\Sigma}^*$:

$$P_{1\Sigma}^* = \frac{\sum_{i=1}^m P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (1)$$

де P_i – середня протягом року потужність споживачів i -ої трансформаторної підстанції (ТП) з урахуванням потужності генерування розосередженими джерелами енергії, кВА; m – кількість ТП (споживачів) між ввідним вимикачем та місцем встановлення комутаційного апарата; n – загальна кількість ТП в електричній мережі.

Визначаємо відносні довжини $L_{1\Sigma}^*$ за таким виразом:

$$L_{1\Sigma}^* = \frac{\sum_{i=1}^l L_j}{\sum_{i=1}^k L_j}, \quad (2)$$

де L_j – довжина j -ої ділянки електричної мережі, км; l – кількість ділянок ЛЕП між ввідним вимикачем та місцем встановлення комутаційного апарата; k – загальна кількість ділянок ЛЕП в електричній мережі.

Наступний крок – необхідно визначити розподіл потужності вздовж ЛЕП. Відносити ЛЕП до певного виду за розподілом потужності можна за критерієм λ , що визначається за формулою:

$$\lambda = \frac{l}{\beta} \cdot \sum_{\alpha=1}^{\beta} [P_{l\Sigma}^*(\alpha) - L_{l\Sigma}^*(\alpha)], \quad (3)$$

де $P_{l\Sigma}^*(\alpha)$, $L_{l\Sigma}^*(\alpha)$ – відносна сумарна потужність і відносна сумарна довжина ділянки електричної мережі між ввідним вимикачем і місцем встановлення комутаційного апарату секціонування мережі (КАСМ) у α -у місці на магістралі електричної мережі; β – загальна кількість місць встановлення КАСМ на магістралі електричної мережі.

У разі встановлення одного КАСМ раціональне місце його встановлення повинно відповідати такій точці електричної мережі, в якій сумарна довжина першої зони $L_{l\Sigma}$, що обмежена ввідним вимикачем та КАСМ, буде визначається за виразом:

$$L_{l\Sigma} = xI \cdot L_{\Sigma}, \quad (4)$$

де $xI = 0,5$ – визначається з таблиць [3]; L_{Σ} – загальна довжина ЛЕП.

Наступний крок методики – визначаємо розрахункове значення очікуваного відносного невідпуску електричної енергії ΔW^* для мережі, де КАСМ встановлений в раціональному місці (визначається з таблиць методики [3]). Розрахункове значення очікуваного невідпуску електричної енергії ΔW_{Σ} для мережі без КА визначається за таким виразом:

$$\Delta W_{\Sigma} = 0,93 \cdot P_{\Sigma} \cdot L_{\Sigma}, \quad (5)$$

де P_{Σ} – сумарне середнє навантаження електричної мережі (без РДЕ), кВт; L_{Σ} – сумарна довжина ліній електропередавання в мережі, км.

Сумарне середнє навантаження електричної мережі розраховують за формулою, кВт:

$$P_{\Sigma} = \frac{W}{8760}, \quad (6)$$

де W – річне споживання електричної енергії в мережі, кВт·год.

Розрахункове значення очікуваного відносного зниження невідпуску електроенергії визначається за формулою:

$$\partial w_{\Sigma}^* = I - \Delta W_{\Sigma}^*, \quad (7)$$

де ΔW_{Σ}^* – розрахункове значення очікуваного відносного невідпуску електричної енергії.

Очікуване значення зниження невідпуску електричної енергії, для розрахунку інтегрального ефекту від встановлення КАСМ визначають за формулою, кВт·год/рік:

$$\partial w_{\Sigma} = \partial w_{\Sigma}^* \cdot \Delta W_{\Sigma}, \quad (8)$$

де ∂w_{Σ}^* – розрахункове значення очікуваного відносного зниження невідпуску електроенергії; ΔW_{Σ}^* – розрахункове значення очікуваного відносного невідпуску електричної енергії.

Відповідно до методики [3] було проведено розрахунок раціонального місця встановлення КАСМ на прикладі фрагменту схеми показаного на рис.1.

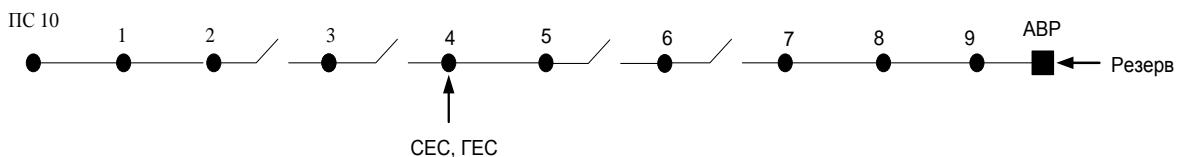


Рис. 1. Фрагмент електричної мережі 110/10 кВ Ямпільських РЕМ

КАСМ бажано встановлювати на початку лінії, так щоб довжина лінії до точки встановлення КАСМ в реальній схемі була менша за розраховану довжину першої зони $L_{1\Sigma}$. Розрахункове значення $L_{1\Sigma} = 4,855$ км, отже КАСМ встановлені в лініях 2–3, 3–4 задовольняють умову з надійності електропостачання.

Розрахункове значення очікуваного недовідпуску електричної енергії для РЕМ без КА визначається за виразом:

$$\Delta W_{\Sigma} = 0,93 \cdot (P_{\text{НАВ}} - P_{\text{РДЕ}}) \cdot L_{\Sigma}, \quad (9)$$

де P_{Σ} – сумарне середньорічне навантаження електричної мережі, кВт; L_{Σ} – сумарна довжина ЛЕП в РЕМ, км ($L_{\Sigma} = 9,7$ км); 0,93 – середньорічна тривалість відновлення електропостачання споживачам при стійких пошкодженнях та планових відключеннях, віднесена до 1 км довжини лінії [3].

Розрахункове значення очікуваного недовідпуску електричної енергії ΔW_{Σ} для мережі показаної на рис. 1 без КАСМ становить $\Delta W_{\Sigma} = 29167$ кВт·год/рік, а очікуване значення зниження недовідпуску електричної енергії після встановлення КАСМ становить $\delta w_{\Sigma} = 14584$ кВт·год/рік.

Отже, за результатами розрахунків з урахуванням вимог із забезпечення надійності електропостачання, можна зробити висновок, що розмикання схеми, наведеної на рис. 1, доцільно робити комутаційними апаратами (КА), встановленими в лініях 2–3 або 3–4.

Висновки

Запропоновано враховувати під час секціонування розподільної електричної мережі потужності генерування ВДЕ, що в ній експлуатуються, так як розбудова таких електростанцій переводить частину ліній електропередач в роботу з двостороннім живленням, змінюючи при цьому потокорозподіл в них.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Асоціація «Інноваційний розвиток України» [Електронний ресурс]: 8-й міжнародний форум сталої енергетики в Україні *SEF 2016 Kiev* – Електрон. текст. дан. – Режим доступу: <http://uaid.com.ua/initiative/8-j-mizhnarodnyj-forum-staloi-enerhetyky-v-ukrajini-sef-2016-kyiv>.
2. Лежнюк, П. Д. Оптимізація секціонування в локальних електричних системах за критерієм втрат електричної потужності з урахуванням відмов [Текст] / П. Д. Лежнюк, І. О. Гунько, О.Є. Рубаненко // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2016. – № 2 (94). – С. 90–98.
3. Буйний Р. О. Методичні рекомендації з побудови схем секціонування розподільних електричних мереж напругою 6 – 10 кВ [Текст] / Р. О. Буйний, В. В. Зорін, А. О. Квицинський // Электрические сети и системы. – Киев. – 2015. – № 6. – С. 22–32.

Крот Людмила Русланівна – студентка групи 2Е – 15б, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.
e-mail: 2e.krot2015@gmail.com

Науковий керівник: **Гунько Ірина Олександрівна** – к.т.н., асистент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.
email : iryna_hunko@ukr.net

Krot Lyudmyla Ruslanovna – student group 2E-15b, faculty of electrical stations and systems department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 2e.krot2015@gmail.com

Supervisor: **Hunko Irina Oleksandrivna** – Ph.D., assistant of electrical stations and systems department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;
email : iryna_hunko@ukr.net