

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МІСЦЯ І ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ВВЕДЕННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Роспопчук М.М., студент, Ширяєва Д.П., студентка, Кирик В.В., д.т.н., проф.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж та систем

Вступ. Генерування електроенергії – це процес перетворення різних видів електроенергії в електричну на індустриальних об'єктах, що називають електричними станціями. На сьогодні, сонячна енергетика широко застосовується у випадках, коли малодоступність інших джерел енергії, в сукупності з достатньою кількістю сонячного випромінювання, виправдовує її економічно.

В даній роботі джерелом генерації було обрано сонячні електростанції (далі СЕС), керуючись основними перевагами СЕС, а саме загальнодоступністю, невичерпністю джерела та невисокий шкідливий вплив на довкілля.

Метою роботи даної статті є розроблення аналітичного метода для визначення оптимального місця розташування і потужності введення відновлювальних джерел енергії.

Матеріали і результати досліджень. Задача вибору оптимального місця встановлення відновлювальної генерації є однією з важливіших задач при розробці проекту СЕС. Правильний вибір місця встановлення і потужності генерації СЕС можуть покращити режимні параметри мережі та забезпечити додаткові позитивні фінансові фактори як для споживачів мережі так і для операторів електропостачання. На даний момент ця задача є ускладненою багатьма факторами оскільки необхідно врахувати як і економічні аспекти введення ВДЕ так і технічні. Як наслідок існує потреба в розробці аналітичного методу визначення оптимального місця введення генерації в мережу.

Вирішення поставленої задачі було розділено два етапи:

- аналіз режимних параметрів електричної мережі відносно введення генерації в кожен з пунктів проектованої схеми;
- знаходження універсального коефіцієнту генерації (УКГ), який відповідно до значення потужності СЕС та вихідних параметрів мережі забезпечує оцінку місця та значення потужності СЕС.

Для розрахунку та аналізу даних використано програмне середовище Power Factory. Головним критерієм правильного вибору оптимального місця і генерації прийнято мінімум втрат потужності в мережі. Шляхом почергового введення потужності джерел розподіленої генерації в пункти, проведено дослідження їх впливу на мережу, для знаходження аналітичної залежності, на основі якої можна визначити пункт з мінімальними втратами потужності для певного значення потужності генерації.

В даній роботі для дослідження було обрано мережу 110 кВ з вихідними даними, які представлені на рис. 1.

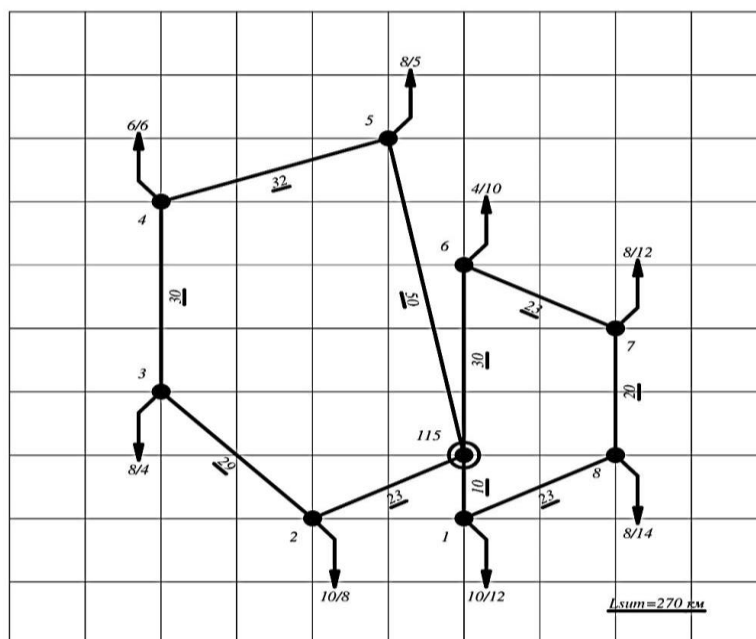


Рисунок 1 – Вихідна конфігурація досліджуваної мережі в PF

Установлено, що втрати активної потужності в мережі мають нелінійну залежність від коефіцієнта завантаження трансформаторів (рис. 2).

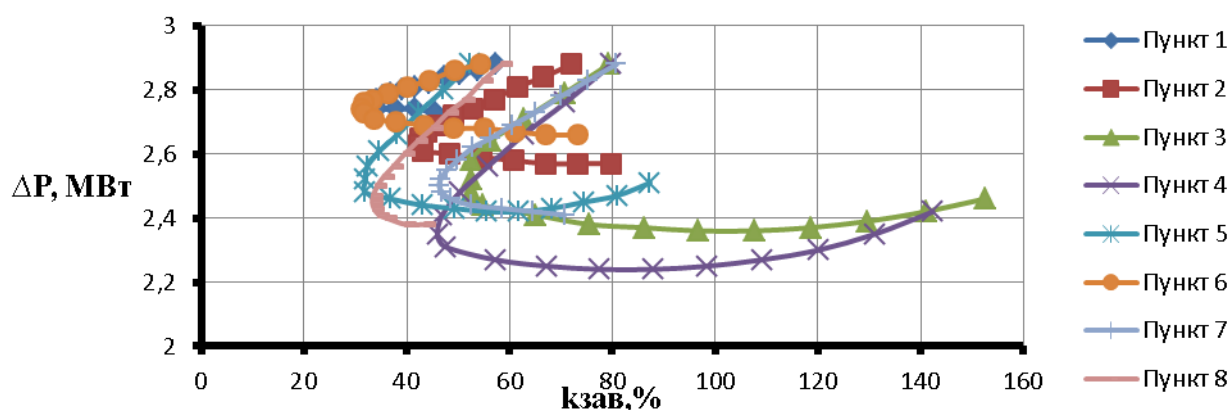


Рисунок 2 – Графік залежності втрат активної потужності від коефіцієнта завантаження трансформаторів при введенні генерації

Також було побудовано графік залежності втрат реактивної потужності в мережі від коефіцієнту завантаження (рис. 3).

На основі аналізу моделі в Power Factory встановлено, що реактивні втрати в лінії знижуються швидше, ніж реактивні втрати трансформаторів зростають зі збільшенням потужності генерації у певному вузлі мережі.

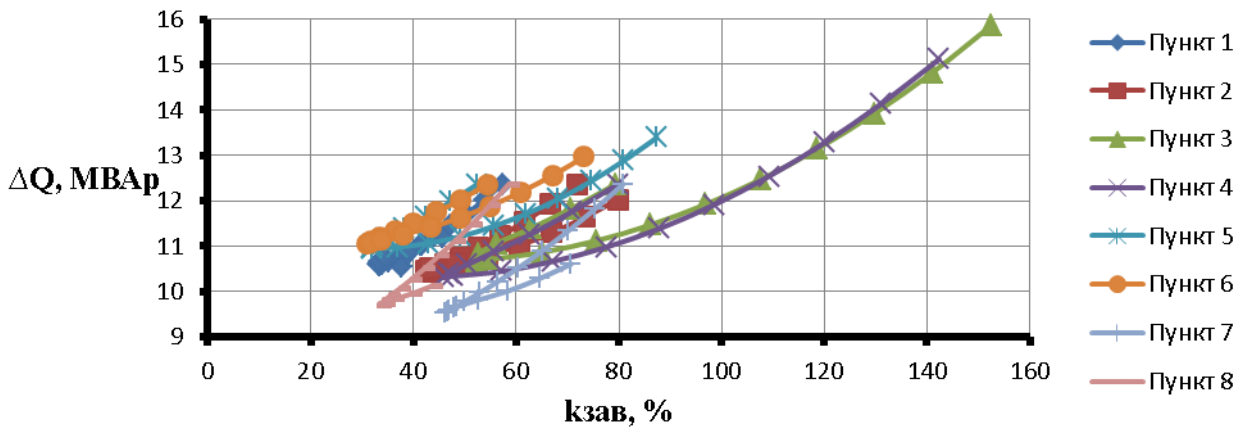


Рисунок 3 – Графік залежності втрат реактивної потужності від коефіцієнту завантаження трансформаторів при введенні генерації

В процесі дослідження виявлено наступну залежність для обчислення універсального коефіцієнта генерації:

$$K_{zi} = \frac{\sqrt{(P_{ni} - P_z)^2 + (Q_{ni} - Q_z)^2}}{n_T \cdot S_{Ti}} + \frac{\sum l_k}{l_{0i}} + \frac{S_{leni}}{\sum S_k}$$

$$\text{де, } \sum S_{leni} = \sqrt{((P_{0j} + P_{ni}) - P_z)^2 + ((Q_{0j} + Q_{ni}) - Q_z)^2}$$

P_{0j} , Q_{0j} – активна і реактивна потужності вітки по якій живиться і-й пункт (j-й пункт найближчий пункт до БП, який знаходиться на коротшому шляху до і-того пункту); P_{ni} , Q_{ni} – активна і реактивна потужності навантаження і-того пункту відповідно; P_T , Q_T – активна і реактивна потужності введеної генерації в і-й пункт відповідно; n_T – кількість трансформаторів; S_{Ti} – потужність трансформаторів; $\sum l_k$ – сумарна довжина ліній контуру, в якому знаходиться і-й пункт; $\sum l_{0i}$ – найкоротша довжина лінії від БП до і-того пункту; $\sum S_k$ – сумарна потужність контуру, в якому знаходиться і-тий пункт.

Для даної мережі був розрахований наведений коефіцієнт, який буде вказувати оптимальне місце встановлення генерації для проєктованої електричної мережі.

Висновки. Проблема вибору оптимального варіанту введення ВДЕ в електричній мережі є одною з найважливіших на даний час в електроенергетиці.

На основі дослідження районної електричної мережі напругою 110 кВ з відновлювальними джерелами електроенергії в програмному середовищі Power Factory встановлено основні залежності між величиною потужності введення ВДЕ та сумарними втратами в електричній мережі. Розроблений аналітичний метод дозволяє визначити оптимальне місце введення ВДЕ.

Перелік посилань

1. Відновлювальні джерела енергії / Р. Титко, В. Калініченко. Варшава – 2010. 120 с.
2. Стохастичний метод визначення оптимальних місць підключення та потужності джерел розосередженого генерування / О.В. Кириленко, Л.М. Лукяненко, І.С. Гончаренко, К.: Технічна електродинаміка 2017. – 9 с.