

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНФІГУРАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ЕНЕРГОСИСТЕМ

Баженов В.А., к.т.н., доц., Якімов Д.В., магістрант

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж та систем

Вступ. При оптимізації розвитку електричних мереж енергосистем вибираються напруга й конфігурація мереж, встановлюється черговість спорудження об'єктів електромереж.

Розглянута задача вирішується при заданому плані вводу генерувальних потужностей. Основні дані при оптимізації - рівні навантажень електричної мережі на різних етапах її розвитку; розрахункова схема електричної мережі, що включає в себе існуючі й намічувані до спорудження лінії електропередачі й підстанції; технічні характеристики й вартісні показники елементів мережі.

Мета роботи. Розробка методів та алгоритмів оптимізації розвитку електричних мереж енергосистем з використанням математичного методу впорядкованого виключення гілок.

Матеріали і результати досліджень. При використанні даного методу в результаті попереднього інженерного аналізу визначається вихідна розрахункова схема електричної мережі, що містить надлишкові лінії. Для вихідної мережі розраховують зведені витрати Z_0 ; потім шляхом послідовного відключення всіх припустимих ліній мережі визначають гілку, відключення якої не порушує зв'язність схеми й приводить до найбільшого зменшення зведених витрат на спорудження й експлуатацію електричної мережі. Отриману гілку виключають із схеми мережі. Далі знову вибирають лінію, відключення якої приводить до найбільшого зменшення зведених витрат, знову виключають отриману лінію й т.д. Процес триває доти, доки не залишиться електрична мережа, відключення кожної з ліній якої приводить або до збільшення зведених витрат, або до втрати зв'язності схеми.

Алгоритм методу впорядкованого виключення гілок можна записати наступним чином.

1. Визначаємо вихідну надлишкову схему електричної мережі, розраховуємо зведені витрати на спорудження й експлуатацію даної мережі Z_0 . В якості множини D приймаємо порожню множину $D=\emptyset$.

2. Переглядаючи всі гілки електричної мережі, з умови

$$Z_0 - Z(\bar{i}) = \max \{ Z_0 - Z(\bar{m}) \mid m \notin D \}, \quad (1.1)$$

знаходимо лінію i , відключення якої приводить до найбільшого зменшення зведених витрат. В умові (1.1) $m \in M$ показує, що лінія m належить множині гілок електричної мережі M , а $m \notin D$ - що лінія m не належить множині D ; $Z(\bar{m})$ - витрати на спорудження й експлуатацію мережі, яка виходить із вихідної в результаті відключення лінії m .

3. Якщо виконується умова

$$Z_0 - Z(\bar{i}) > 0, \quad (1.2)$$

те переходимо до п.4 алгоритму, якщо ні, - то до п.7.

4. Чи порушує зв'язність схеми відключення лінії i ? Якщо так, то включаємо лінію i у множину D : $D = D + i$, виключаємо з множини M :

$$M = M - i \quad (1.3)$$

і переходимо до п.6 алгоритму. Якщо ні, то переходимо до п.5.

5. Виключаємо лінію i зі схеми мережі, виключаємо з множини M і приймаємо витрати $Z(\bar{i})$ в якості Z_0 .

6. Множина M - порожня множина:

$$M = \phi \quad (1.4)$$

Якщо так, то переходимо до п.7 алгоритму, якщо ні, - то до п.2.

7. Кінець.

Процедура розрахунку зведених витрат на спорудження й експлуатацію електричної мережі містить у собі визначення потокорозподілу, що розраховується по заданих довжинах ділянок, розрахунок і підсумовування зведених витрат на спорудження й експлуатацію кожної гілки розглянутої мережі. Витрати в лінію електропередачі визначаються з виразу

$$Z_v = Z_{v0} l, \quad (1.5)$$

де l – довжина лінії; Z_{v0} – сумарні дисконтовані витрати на спорудження і експлуатацію одиниці довжини лінії заданого типу і напруги з перерізом S_v .

Функція Z_{v0} може бути представлена у вигляді

$$Z_{v0} = a_{v0} + b_{v0} \cdot P^2, \quad (1.6)$$

де a_{v0} і b_{v0} – коефіцієнти параболи. Аналогічні функції можуть бути представлені для всіх $v=1,2,\dots,V$ допустимих перерізів ліній заданого типу і напруги.

Математичний метод впорядкованого виключення гілок в роботі використано для оптимізації конфігурації надлишкової схема електричної мережі, що показана рис. 1.

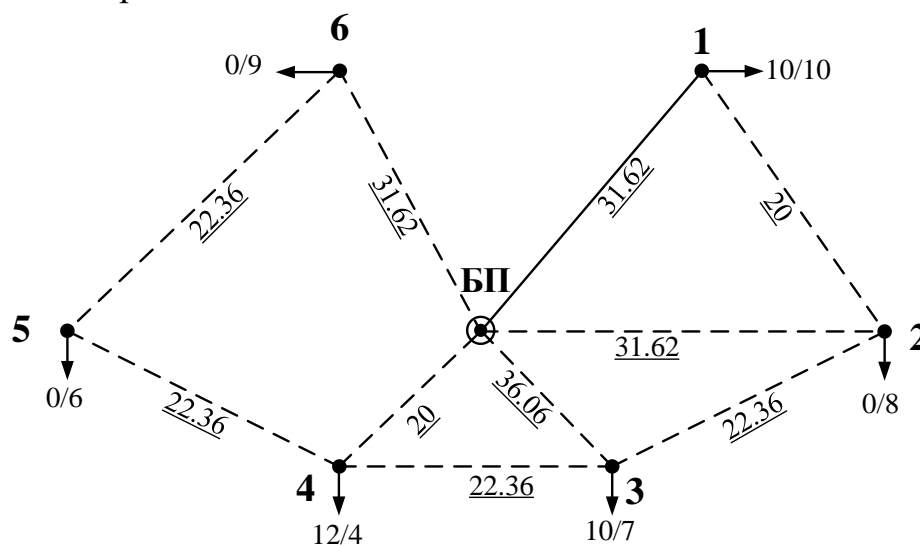


Рисунок 1 – Надлишкова схема РЕМ

Після виконання оптимізації за допомогою алгоритму методу впорядкованого виключення гілок було отримано схему, рис. 2.

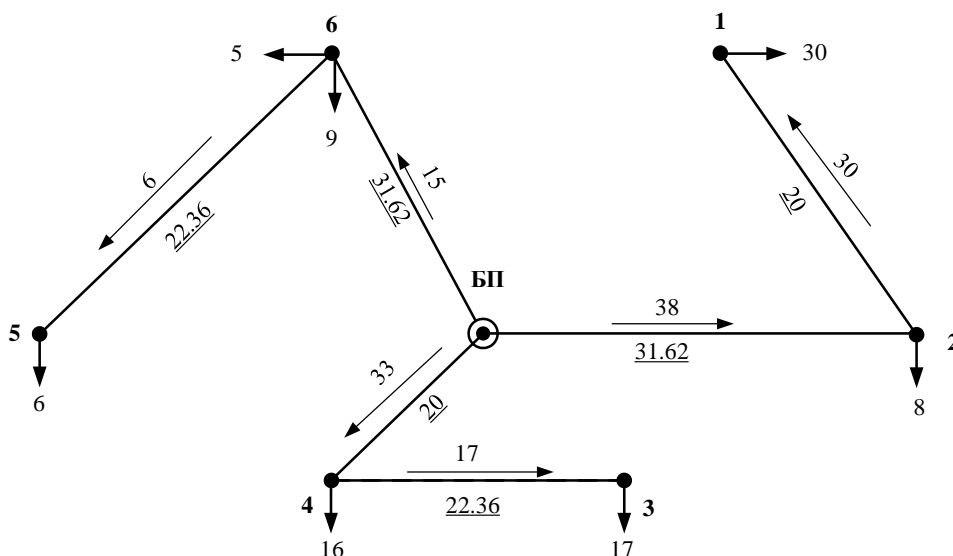


Рисунок 2 – Оптимальна конфігурація РЕМ 110 кВ

Використання оптимальної конфігурації забезпечує найбільше зменшення дисконтованих витрат на спорудження і експлуатацію електричної мережі..

Процедура розрахунку витрат на спорудження та експлуатацію електричних мереж складається з поточкорозподілу, який розраховують по заданим довжинам ділянок, розрахунку та сумі приведених затрат на спорудження кожної з розглянутих гілок.

Для оптимізації розвитку електричних мереж можна застосувати ще одну модифікацію методу впорядкованого виключення гілок, відповідно до якої на кожному кроці оптимізації здійснюється перехід не до схеми мережі, що забезпечує найменші витрати, а до першої ж схеми, що характеризується меншими зведеними витратами. При використанні цієї модифікації зміна порядку розгляду гілок приводить до одержання нового рішення. Зіставляючи ці рішення між собою, можна одержати глобальний мінімум функції зведених витрат. Однак, тому що кількість гілок мереж сучасних енергосистем досить невелика, ймовірність визначення глобального мінімуму вкрай низька.

Висновки. В результаті оптимізації розвитку електричної мережі методом впорядкованого виключення гілок було отримано оптимальну схему мережі, що забезпечує найбільше зменшення дисконтованих витрат на спорудження і експлуатацію енергосистеми. Перевагою метода є те, що при визначенні витрат може бути використана крива економічних потенціалів. До недоліків можна віднести те, що у методу доволі великий об'єм обрахувань на кожному кроці оптимізації. Також при використанні даного методу не завжди отримується найкращий варіант.

Перелік посилань

1. Баженов В.А. Модели оптимального развития энергосистем: учеб.пособ. /В.А. Баженов. –К.: КПИ,1984. – 100с.
2. Кузнецов В.Г. Оптимизация режимов электрических сетей/ В.Г. Кузнецов, Ю.И. Тугай, В.А. Баженов. – К.: Наукова думка, 1992. – 216 с.