

Лекція 14-16

Розрахунок усталених режимів розімкнених розподільчих електричних мереж

1. Розрахунок втрат потужності

Втрати потужності залежать від квадрату величину струму або потужності та не залежать від характеру потужності навантаження:

$$\Delta P = 3I^2 R = \frac{S_{\text{поч}}^2}{U_1^2} R = \frac{S_{\text{кін}}^2}{U_2^2} R;$$
$$\Delta Q = 3I^2 X = \frac{S_{\text{поч}}^2}{U_1^2} X = \frac{S_{\text{кін}}^2}{U_2^2} X.$$

Повна потужність на кінці електропередачі:

$$\dot{S}_{\text{кін}} = \dot{S}_2 = \dot{S}_{\text{поч}} - \Delta \dot{S} = P_{\text{поч}} + jQ_{\text{поч}} - \Delta P - j\Delta Q =$$
$$= (P_{\text{поч}} - \Delta P) + j(Q_{\text{поч}} - \Delta Q) = P_{\text{кін}} + jQ_{\text{кін}}.$$

Повна потужність на початку електропередачі:

$$\dot{S}_{\text{поч}} = \dot{S}_1 = \dot{S}_{\text{кін}} + \Delta \dot{S} = P_{\text{кін}} + jQ_{\text{кін}} + \Delta P + j\Delta Q =$$
$$= (P_{\text{кін}} + \Delta P) + j(Q_{\text{кін}} + \Delta Q) = P_{\text{поч}} + jQ_{\text{поч}}.$$

2. Розрахунок втрат напруги

Активна та реактивна складові втрати напруги:

- визначена за даними на початку ділянки:

$$\Delta U_1' = \frac{P_1 \cdot R + Q_1 \cdot X}{U_1};$$
$$\delta U_1'' = \frac{P_1 \cdot X - Q_1 \cdot R}{U_1};$$

- визначена за даними на кінці ділянки:

$$\Delta U_2' = \frac{P_2 \cdot R + Q_2 \cdot X}{U_2};$$
$$\delta U_2'' = \frac{P_2 \cdot X - Q_2 \cdot R}{U_2}.$$

Модуль вектора (величина) напруги на кінці ділянки:

$$U_2 = \sqrt{(U_1 - \Delta U_1')^2 + (\delta U_1'')^2}.$$

Значення фази:

$$\varphi = \arctg \frac{-\delta U_1''}{U_1 - \Delta U_1'}.$$

Модуль вектора (величина) напруги на початку ділянки електропередачі:

$$U_1 = \sqrt{(U_2 + \Delta U_2')^2 + (\delta U_2'')^2}.$$

Значення фази:

$$\varphi = \arctg \frac{\delta U_2''}{U_2 + \Delta U_2'}.$$

Коефіцієнт корисної дії ділянки, % :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 = \left(1 - \frac{\Delta P}{P_1}\right) \cdot 100.$$

Зниження втрат активної потужності збільшує ККД мережі.

3 Особливості розрахунку місцевих розімкнених мереж

В практичних розрахунках місцевих мереж - розподільчих мереж напругою до 35 кВ - обмежуються спрощеними методами. Вважають, що лінія має не розподілені, а зосереджені параметри (опори та провідності). Розрахунок виконують в такій послідовності:

- 1) навантаження виражають у вигляді потужностей в комплексному вигляді;
- 2) визначають навантаження на ділянках мережі;
- 3) визначають робочі струми на кожній ділянці:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_{ном}} = \frac{\sqrt{P_p^2 + Q_p^2}}{\sqrt{3}U_{ном}};$$

- 4) визначають площу перерізу провідника для кожної ділянки мережі;
- 5) вибирають стандартний переріз та виконують його перевірку на нагрів струм нормального режиму;
- 6) визначають активний та реактивний опори ділянок мережі;
- 7) визначають втрати напруги у найбільш віддалених від джерела живлення точках. Якщо значення втрат напруги перевищують допустиме значення, збільшують переріз та повторюють розрахунок.

4 Розрахунок лінії з одним навантаженням

Джерелом живлення місцевих мереж є або шини генераторної напруги електричних станцій, або шини вторинної напруги (6, 10, 35кВ) районних підстанцій. Розрахунок виконують для однієї фази.

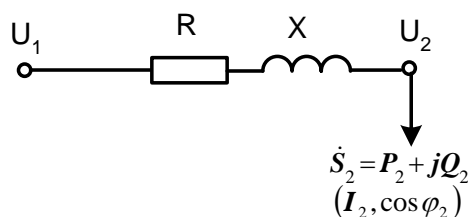


Рис. 1

Коефіцієнт потужності, що передається через лінію:

$$\cos \varphi_2 = \frac{P_2}{S_2} = \frac{P_2}{\sqrt{P_2^2 + Q_2^2}}.$$

Розрахунок мереж на втрату напруги зводиться до визначення подовжньої складової втрати напруги. Сенс має фазна втрата напруги, але для зручності розрахунків використовується лінійна:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot \Delta U_\phi = \frac{\sqrt{3} \cdot I_2 \cdot U_2}{U_2} (R \cdot \cos \varphi_2 + X \cdot \sin \varphi_2)$$

$$\text{або } \Delta U = \frac{P_2 \cdot R + Q_2 \cdot X}{U_2}$$

Втрата напруги в відсотках:

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U}{U_2} \cdot 100$$

5 Розрахунок лінії з кількома навантаженнями

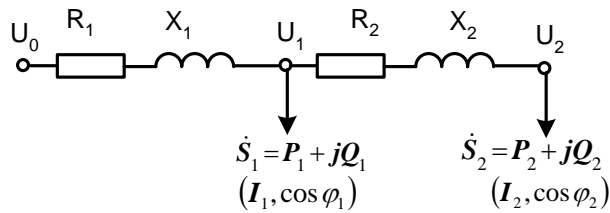


Рис. 2.

Для загального випадку n навантажень маємо:

- фазна втрата напруги:

$$\Delta U_{\phi} = \sum_{i=1}^n (I_{ai} \cdot R_i + I_{pi} \cdot X_i)$$

- лінійна втрата напруги:

$$\Delta U = \sqrt{3} \sum_{i=1}^n (I_{ai} \cdot R_i + I_{pi} \cdot X_i)$$

Якщо навантаження задані потужностями, то приймаючи напруги наприкінці ділянок рівною номінальній, отримаємо:

$$\Delta U = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \cdot R_i + Q_i \cdot X_i)}{U_{ном}}$$

Значення потужностей P_i та Q_i для кожної ділянки мережі обчислюють, починаючи від найбільш віддаленої точки, і до джерела живлення.

У нерозгалуженій мережі найбільша втрата напруги – це втрата напруги від джерела живлення до кінцевої точки мережі.

Якщо відомо погонні активні і реактивні опори, то :

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \cdot R_i + Q_i \cdot X_i)}{U_{ном}} = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \cdot l_i \cdot r_0 + Q_i \cdot l_i \cdot x_0)}{U_{ном}} = \\ &= \frac{r_0 \cdot \sum_{i=1}^n P_i \cdot l_i + x_0 \cdot \sum_{i=1}^n Q_i \cdot l_i}{U_{ном}} \end{aligned}$$

Для мережі тільки з активним навантаженням, наприклад, для освітлювальної мережі:

$$\Delta U = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot R_i}{U_{ном}}$$

Якщо переріз проводів по всій лінії однаковий $\Delta U = \frac{r_0 \cdot \sum_{i=1}^n P_i \cdot l_i}{U_{ном}} = \frac{\rho \cdot \sum_{i=1}^n P_i \cdot l_i}{F \cdot U_{ном}}$