

Практическая работа №2.

Транспортирование электрической энергии.

От понижающей подстанции (рис.1) с трансформатором ТМ-1000/35 по ВЛ с проводом АС-50/8 и длиной 15 км, потребитель получает электроэнергию мощностью $S_{\text{нагр}}=600+j300$ кВА и временем использования наибольшей нагрузки $T_{\text{нб}}=5000$ ч. Напряжение на обмотке НН трансформатора $U_2=10$ кВ.

Определить потери активной мощности и потери электрической энергии в сети.

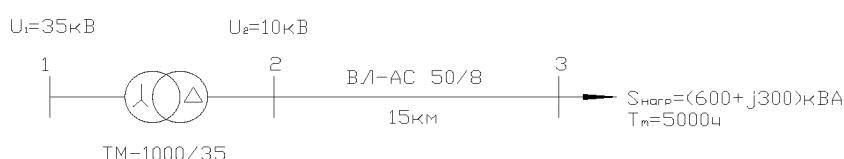


Рис. 1. Схема электрической сети

Решение:

Расчет режима ведем от узла 3 к узлу 1 зарядную мощность линии не учитываем.

Тогда мощность линии равна нагрузке узла 3:

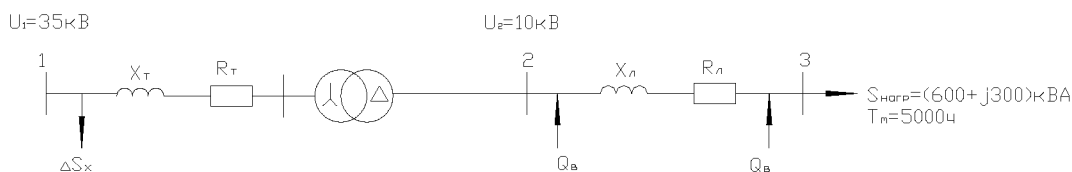


Рис. 2. Схема замещения электрической сети

$$\underline{S}_3 = \underline{S}_{23}^K = 0,6 + j0,3 \text{ МВА.}$$

По формуле:

$$\underline{\Delta S}_{\text{лин}} = \frac{S_{23}^K{}^2}{U_n^2} \cdot (R_l + jX_l) \quad (1)$$

находим потери мощности в линии:

$$\underline{\Delta S}_{\text{лин}} = \frac{0,6^2 + 0,3^2}{10^2} \cdot (8,925 + j5,67) = 0,04 + j0,026 \quad \text{МВА.}$$

где $R_{\text{л}}$ и $X_{\text{л}}$ - активное и реактивное сопротивления трансформатора (справочные данные из [1])

Учитывая потери мощности в линии находим мощность в начале линии:

$$\underline{S}_{23}^H = \underline{S}_{23}^K + \underline{\Delta S}_{\text{лин}} = 0,6 + j0,3 + 0,04 + j0,026 = 0,64 + j0,326 \quad \text{МВА.}$$

Определим потери мощности $\underline{\Delta S}_{\text{обм}}$ в трансформаторе от протекания токов нагрузки:

$$\underline{\Delta S}_{\text{обм}} = \frac{S_{23}^K{}^2}{U_{\text{ВН}}^2} \cdot (R_T + jX_T) \quad \text{МВА.} \quad (2)$$

где R_T и X_T - активное и реактивное сопротивления трансформатора (справочные данные из [1])

Тогда подставим и получим:

$$\underline{\Delta S}_{\text{обм}} = \frac{0,64^2 + 0,326^2}{35^2} \cdot (8,6 + j48,8) = 0,0036 + j0,021 \quad \text{МВА.}$$

Мощность в узле 1 с учетом потерь холостого хода $\underline{\Delta S}_{\text{хх}} = (3,6 + j22,4)$ кВА в трансформаторе

$$\underline{S}_1 = \underline{S}_{23}^H + \underline{\Delta S}_{\text{обм}} + \underline{\Delta S}_{\text{хх}} \quad \text{МВА.}$$

или

$$\underline{S}_1 = 0,64 + j0,326 + 0,0036 + j0,021 + 0,0036 + j0,0224 = 0,64 + j0,369 \quad \text{МВА.}$$

Потери активной мощности в электрической сети:

$$\Delta P_{\text{эс}} = \Delta P_{\text{лин}} + \Delta P_{\text{обм}} + \Delta P_{\text{хх}} = 0,04 + 0,0036 + 0,0036 = 0,047 \quad \text{МВА.}$$

Определим потери электроэнергии в электрической сети по выражению

$$\Delta W_{\text{эс}} = (\Delta P_{\text{лин}} + \Delta P_{\text{обм}}) \cdot \tau + \Delta P_{\text{хх}} \cdot T \quad \text{МВА.} \quad (3)$$

где τ - время максимальных потерь, определяем по выражению

$$\tau = (0,124 + T_{нб} \cdot 10^{-4})^2 \cdot T = (0,124 + 5000 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 3411 \text{ ч.}$$

T- время часов в году, равное 8760 час.

Подставим в формулу (3) данные и получим

$$\Delta W_{эс} = (0,04 + 0,0036) \cdot 3411 + 0,0036 \cdot 8760 = 180,25 \text{ МВт} \cdot \text{ч}$$

Задание на самостоятельную работу

Для вариантов электрической сети, приведенных в таблице 1 определить по аналогии с выше приведенной задачей потери мощности и энергии в сети:

Таблица 1

| Вариант | Тип трансформатора | Длина линии/сечение | Время $T_{нб}$ | Мощность в узле нагрузки, МВА |
|---------|--------------------|---------------------|----------------|-------------------------------|
| 1 | ТМ-16000/35/10 | 10 км/ 3хАС-95/16 | 4500 | 12+j3 |
| 2 | ТМ-10000/35/10 | 14 км/ 2хАС-95/16 | 5000 | 8+j5 |
| 3 | ТМ-6300/35/10 | 18 км / 2хАС-50/8 | 3900 | 5+j3 |
| 4 | ТМ-4000/35/10 | 26 км / 2хАС-50/8 | 2300 | 3+j2 |
| 5 | ТМ-2500/35/10 | 15 км / 2хАС-70/11 | 2200 | 2+j1,1 |
| 6 | ТМ-1600/35/10 | 25 км / АС-25/4,2 | 5100 | 1,2+j0,8 |
| 7 | ТМ-1000/35/10 | 16 км / АС-35/6,2 | 3250 | 0,8+j0,6 |
| 8 | ТМ-630/35/10 | 11 км / АС-25/4,2 | 4800 | 0,5+j0,2 |
| 9 | ТМ-400/35/10 | 20 км / АС-25/4,2 | 2900 | 0,3+j0,1 |
| 10 | ТМ-250/35/10 | 30 км / АС-35/6,2 | 4000 | 0,2+j0,1 |