

Умова задачі

Визначити втрати напруги у вольтах та у відсотках від $U_{\text{ном}}$ до точок 3 та 4 в трифазній лінії змінного струму. Марки та площі поперечного перерізів проводів подані на розрахунковій схемі (рис.1), інші дані наведені в таблиці варіантів завдань (табл.1).

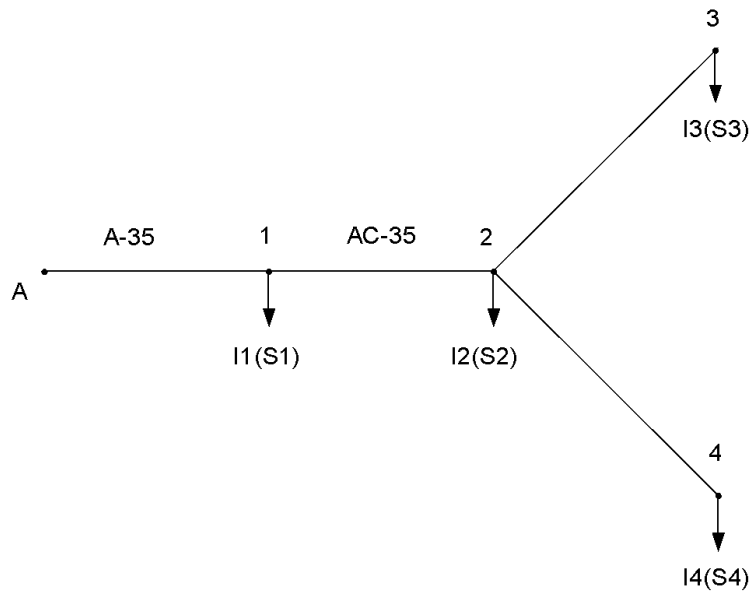


Рис. 1 Розрахункова схема

Таблиця 1 Вихідні дані (варіант №30)

Варіант	$U_{\text{ном}}$, В	$D_{\text{сер}}$, м	I_1 (S_1) А, (кВА)	I_2 (S_2) А, (кВА)	I_3 (S_3) А, (кВА)	I_4 (S_4) А, (кВА)	$\cos \varphi_1$	$\cos \varphi_2$	$\cos \varphi_3$	$\cos \varphi_4$	L_{A-1} , км	L_{1-2} , км	L_{2-3} , км	L_{2-4} , км
30 (15)	10	0,6	95	35	150	220	0,7	0,9	0,8	0,8	2,7	4	5	6

Результати розрахунків

Ділянка	Навантаження ділянки $I_{\text{діл}}$, А ($S_{\text{діл}}$, кВА)	$R_{\text{діл}}$, Ом	$X_{\text{діл}}$, Ом	$L_{\text{діл}}$, км	Марка та переріз проводу, мм ²	Втрати напруги			
						на ділянці		від початку	
						$\Delta U_{\text{діл}}$, В	$\Delta U_{\text{діл}}$, %	$\Delta U_{\text{діл}}$, В	$\Delta U_{\text{діл}}$, %
A-1	497,6	0,85	0,38	2,7	A-35	121,6	1,21	121,6	1,21
1-2	403,8	1,18	0,38	4	AC-25	190,5	1,90	312,1	3,12
2-3	150	1,16	0,38	5	A-25	98,1	0,98	410,2	4,10
2-4	220	1,84	0,38	6	A-16	224,3	2,24	536,4	5,36

Примітка. У дві останні колонки записуються втрати напруги від точки А до кожного вузла лінії.

Хід роботи

Вписати вихідні дані згідно із своїм варіантом в табл.1

1. Визначити $\sin\varphi$ навантаження кожного вузла:

$$\sin \varphi_i = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_i}$$

де $\cos \varphi_i$ і $\sin \varphi_i$ – відповідно косинус та синус навантаження i -го вузла.

$$\sin \varphi_1 = \sqrt{1 - 0,7^2} = 0,71$$

$$\sin \varphi_2 = \sqrt{1 - 0,9^2} = 0,43$$

$$\sin \varphi_3 = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,60$$

$$\sin \varphi_4 = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,60$$

2. Вибрати R_0 та X_0 для заданих проводів кожної ділянки лінії з додатка Г.

$$R_{0A-1} = 0.85 \text{ Ом/км}$$

$$R_{01-2} = 1.18 \text{ Ом/км}$$

$$R_{02-3} = 1.16 \text{ Ом/км}$$

$$R_{02-4} = 1.84 \text{ Ом/км}$$

$$X_0 = 0.38 \text{ Ом/км}$$

3. Розрахувати навантаження на ділянках лінії:

3.1. Навантаження у вузлах задані струмом:

активна складова струму навантаження на ділянці, А

$$I_{a\partial il} = \sum (i_i \cos \varphi_i)$$

реактивна складова струму навантаження на ділянці, А

$$I_{p\partial il} = \sum (i_i \sin \varphi_i)$$

повний струм навантаження на ділянці, А

$$I_{\partial il} = \sqrt{I_{a, \partial il}^2 + I_{p, \partial il}^2}$$

де I_i – повний струм навантаження i – го вузла,

$I_{p, \partial il}$ – реактивний струм навантаження на ділянці, А

$I_{a, \partial il}$ – активний струм навантаження на ділянці, А.

3.2. Навантаження задані потужністю:

активна потужність навантаження ділянки, кВт

$$P_{\partial il} = \sum_{i=1}^n (P_i \cos \varphi_i)$$

$$P_{A-1} = (S_1 \cos \varphi_1) + (S_2 \cos \varphi_2) + (S_3 \cos \varphi_3) + (S_4 \cos \varphi_4) = (95 * 0.7) + (35 * 0.9) + (150 * 0.8) + (220 * 0.8) = 394 \text{ кВт}$$

$$P_{1-2} = (S_2 \cos \varphi_2) + (S_3 \cos \varphi_3) + (S_4 \cos \varphi_4) = (35 * 0.9) + (150 * 0.8) + (220 * 0.8) = 327.5 \text{ кВт}$$

$$P_{2-3} = (S_3 \cos \varphi_3) = (150 * 0.8) = 120 \text{ кВт}$$

$$P_{2-4} = (S_4 \cos \varphi_4) = (220 * 0.8) = 176 \text{ кВт}$$

реактивна потужність навантаження ділянки, кВар

$$Q_{\partial il} = \sum_{i=1}^n (S_i \sin \varphi_i)$$

$$Q_{A-1} = (S_1 \sin \varphi_1) + (S_2 \sin \varphi_2) + (S_3 \sin \varphi_3) + (S_4 \sin \varphi_4) = (95 * 0.71) + (35 * 0.43) + (150 * 0.60) + (220 * 0.60) = 304,5 \text{ кВар}$$

$$Q_{1-2} = (S_2 \sin \varphi_2) + (S_3 \sin \varphi_3) + (S_4 \sin \varphi_4) = (35 * 0.43) + (150 * 0.60) + (220 * 0.60) = 237.0 \text{ кВар}$$

$$Q_{2-3} = (S_3 \sin \varphi_3) = (150 * 0.60) = 90,0 \text{ кВар}$$

$$Q_{2-4} = (220 * 0.60) = 132 \text{ кВар}$$

повна потужність навантаження ділянки, кВА:

$$S_{\partial il} = \sqrt{P_{\partial il}^2 + Q_{\partial il}^2}$$

$$S_{A-1} = \sqrt{394^2 + 304^2} = 497,6 \text{ кВА}$$

$$S_{1-2} = \sqrt{327^2 + 237^2} = 403,8 \text{ кВА}$$

$$S_{2-3} = \sqrt{120^2 + 90^2} = 150 \text{ кВА}$$

$$S_{2-4} = \sqrt{176^2 + 132^2} = 220 \text{ кВА}$$

де $P_{\text{діл}}$ – активна потужність навантаження на ділянці, кВт

$Q_{\text{діл}}$ – реактивна потужність навантаження на ділянці, кВар

S_i – повна потужність навантаження i – го вузла, кВА.

4. Розрахувати втрати напруги на кожній ділянці у вольтах:

4.1. Навантаження у вузлах задані струмом:

$$\Delta U_{\text{діл}} = \sqrt{3} (I_{a,\text{діл}} R_0 + I_{p,\text{діл}} X_0) L_{\text{діл}}, \text{ В}$$

де $I_{a,\text{діл}}$ – активний струм навантаження на ділянках, А

$I_{p,\text{діл}}$ – реактивний струм навантаження на ділянках, А

4.2. Навантаження у вузлах задані потужністю:

$$\Delta U_{\text{діл}} = \frac{(P_{\text{діл}} R_0 + Q_{\text{діл}} X_0) L_{\text{діл}}}{U_{\text{н}}}$$

де $U_{\text{н}}$ – номінальна напруга лінії, кВ;

$L_{\text{діл}}$ – довжина ділянки, км;

$P_{\text{діл}}, Q_{\text{діл}}$ – активна та реактивна потужність на ділянках, кВт, кВар;

R_0, X_0 – активний та реактивний опір 1 км проводу відповідної ділянки, Ом/км.

$$\Delta U_{A-1} = \frac{(394 \times 0,85 + 304 \times 0,38) 2,7}{10} = 121,6 \text{ В}$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{(327,5 \times 1,18 + 237 \times 0,38) 4}{10} = 190,5 \text{ В}$$

$$\Delta U_{2-3} = \frac{(120 \times 1,16 + 150 \times 0,38) 5}{10} = 98,1 \text{ В}$$

$$\Delta U_{2-4} = \frac{(176 \times 1,84 + 304 \times 0,38)6}{10} = 224,3 \text{ В}$$

5. Розрахувати втрати напруги на кожній ділянці у відсотках:

$$\Delta U_{\text{діл}} = \Delta U_{\text{діл}} 100 / U_{\text{н}}, \%$$

де $U_{\text{н}}$ – номінальна напруга лінії, В

$\Delta U_{\text{діл}}$ – втрата напруги на ділянці, В

$$\Delta U_{A-1} = 121,6 \times 100 / 10000 = 1,21\%$$

$$\Delta U_{1-2} = 190,5 \times 100 / 10000 = 1,90\%$$

$$\Delta U_{2-3} = 98,1 \times 100 / 10000 = 0,98\%$$

$$\Delta U_{2-4} = 224,3 \times 100 / 10000 = 2,24\%$$

6. Визначити втрати напруги від початку лінії (точка А) до кожного вузла схеми.

Втрати напруги від початку до кожної точки розраховувати, сумуючи втрати напруги на відповідних ділянках лінії. Записати результати розрахунків в таблицю 2.

втрати напруги від початку лінії до кожної точки (у вольтах):

$$\Delta U_{A-n} = \sum \Delta U_i, \text{В}$$

$$\Delta U_{A-1} = 121,6 \text{ В}$$

$$\Delta U_{A-2} = \Delta U_{A-1} + \Delta U_{1-2} = 121,6 + 190,5 = 312,1 \text{ В}$$

$$\Delta U_{A-3} = \Delta U_{A-1} + \Delta U_{1-2} + \Delta U_{2-3} = 121,6 + 190,5 + 98,1 = 410,2 \text{ В}$$

$$\Delta U_{A-4} = \Delta U_{A-1} + \Delta U_{1-2} + \Delta U_{2-4} = 121,6 + 190,5 + 224,3 = 536,4 \text{ В}$$

втрати напруги від початку лінії до кожної точки (у відсотках):

$$\Delta U_{A-n} = \Delta U_{A-n} 100 / U_{\text{н}}, \%$$

де $U_{\text{н}}$ – номінальна напруга лінії, В;

$\Delta U_{\text{діл}}$ – втрата напруги на ділянці у вольтах, В

ΔU_{A-n} – втрата напруги від початку лінії до кожного вузла схеми, В

$$\Delta U_{A-1} = 121.6 \times 100 / 10000 = 1.21\%$$

$$\Delta U_{A-2} = 312.1 \times 100 / 10000 = 3.12\%$$

$$\Delta U_{A-3} = 410.2 \times 100 / 10000 = 4.10\%$$

$$\Delta U_{A-4} = 536.4 \times 100 / 10000 = 5.36\%$$

7. Зробити висновки по роботі.

У висновках вказати, на яких ділянках та до яких точок втрати напруги найбільші та чому? Зробити висновок як та від чого залежать втрати напруги в лініях?