

Умова задачі

Визначити допустимі втрати напруги в лініях 10 та 0,38 кВ в режимах максимум (100 %) та мінімум (25 %) навантаження та вибрати регулювальні відгалуження ПБЗ трансформаторів споживчих ТП 10/0,4 кВ, при яких забезпечуються допустимі відхилення на споживачах (в точках a, b, c, d) в обох режимах навантаження. Схема електропостачання наведена на рис. 1

Вихідні дані (варіант №30)

Таблиця 1

№ варіант	$V_{10}^{100}, \%$	$V_{10}^{25}, \%$	$\Delta U_T^{100}, \%$	$\Delta U_T^{25}, \%$
30	+2	+2	-5	-1,5

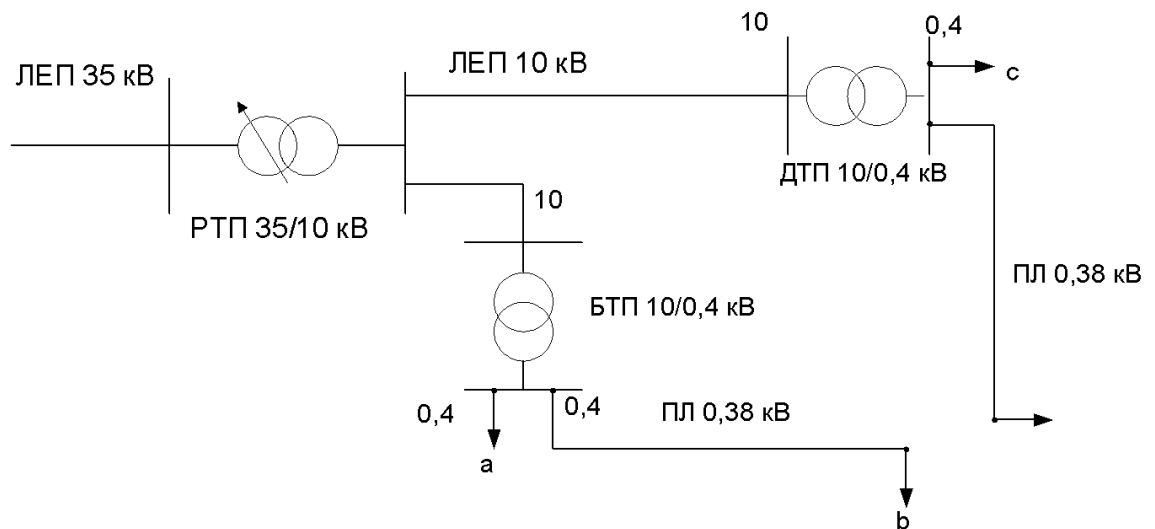


Рис 1. Схема електропостачання

Теоретичні відомості

Відхилення та втрати напруги в будь-якій системі живлення пов'язані між собою в будь-якому режимі навантаження такою залежністю (баланс напруг):

$$V_{\text{живл.}} + \Sigma(V_{\text{ст}} + V_{\text{в}}) - \Sigma\Delta U_{\text{лєп}} - \Sigma\Delta U_{\text{т}} - V_{\text{доп}} = 0,$$

де $V_{\text{живл}}$ – відхилення напруги в центрі живлення, %

$\Sigma(V_{\text{ст}} + V_{\text{в}})$ – сума сталих надбавок та регулювальних відгалужень трансформаторів ТП, %

$\Sigma\Delta U_{\text{лєп}}$ – сумарні втрати напруги в ЛЕП, %

$\Sigma\Delta U_{\text{т}}$ – сумарні втрати напруги в обмотках трансформаторів, %

$V_{\text{доп}}$ – допустимі відхилення напруги на споживачах ($V_{\text{сп}}$), %

Для схеми (рис.1) центром живлення є шини 10 кВ РТП 35/10 кВ. На величину відхилення напруги (або значення дійсної напруги) на споживачах впливають відхилення та втрати напруги в елементах мережі, вказаних в таблиці 2. Для схеми (рис.1) рівняння балансу напруги матиме вигляд:

$$V_{10} + \Sigma(V_{\text{ст}} + V_{\text{в}}) - \Sigma\Delta U_{\text{лєп}} - \Sigma\Delta U_{\text{т}} - V_{\text{сп}} = 0$$

Користуючись цим рівнянням можна розрахувати відхилення напруги в будь – якій точці мережі та втрати напруги до будь – якої точки мережі.

При визначенні допустимих втрат напруги слід врахувати наявність сталої надбавки напруги на вторинній обмотці трансформатора споживчої ТП ($V_{\text{ст}}^{100} = V_{\text{ст}}^{25} = + 5 \%$).

Хід роботи

Заповнити таблицю 1 згідно зі своїм варіантом. Записати всі відомі до початку розрахунків значення відхилень та втрат напруги в табл.2.

Заповнювати таблицю 2 по ходу виконання розрахунків. Втрати напруги в ЛЕП та трансформаторах в таблиці 2 записувати зі знаком « - ».

Таблиця 2 Відхилення та втрати напруги

Елемент мережі	Позначення	Відхилення та втрати напруги, %			
		БТП 10/0,4 кВ		ДТП 10/0,4 кВ	
		100 %	25 %	100 %	25 %
1. Шини 10 кВ РТП 35/10 кВ	V_{10}	+2	+2	+2	+2
2. ЛЕП 10 кВ	ΔU_{10}	0	0	+6	+1,5
3. Трансформатор ТП 10/0,4 кВ:	-				
стала надбавка	$V_{\text{ст}}$	+5	+5	+5	+5
відгалуження ПБЗ	$V_{\text{в}}$	1	1	0	0
втрати напруги	$\Delta U_{\text{т}}$	-5	-1,5	-5	-1,5
4. ПЛ 0,38 кВ	$\Delta U_{0,38}$	+11		+4	0
5. Споживачі	$V_{\text{сп}}$		+6,5		+7

1. Провести розрахунок для ДТП 10/0,4 кВ.

1.1. Розрахувати сумарні допустимі втрати напруги в ЛЕП 10 кВ та 0,4 кВ.

Розрахунки сумарних допустимих втрат напруги проводити для режиму максимального навантаження до найдалшого споживача (точка d) при

регулювальному відгалуженні ПБЗ $V_B = 0$, користуючись рівнянням балансу напруги.

$$\Sigma \Delta U_{\text{лєп}}^{100} = \Delta U_{10}^{100} + \Delta U_{0,38}^{100} = V_{10}^{100} + (V_{\text{ст}} + V_B) - \Delta U_T^{100} - V_{\text{сп}}^{100}, \%$$

де V_{10}^{100} – відхилення напруги на шинах 10 кВ РТП 35/10 кВ при максимальному навантаженні, %

$V_{\text{ст}}, V_B$ – стала надбавка та регулювальне відгалуження ПБЗ трансформатора ДТП, %

ΔU_T^{100} – втрати напруги в обмотках трансформатора ДТП при максимальному навантаженні, %

$V_{\text{сп}}^{100}$ – допустиме відхилення напруги на найдовшому споживачі при максимальному навантаженні, %

$$\Sigma \Delta U_{\text{лєп}}^{100} = V_{10}^{100} + (V_{\text{ст}} + V_B) - \Delta U_m^{100} - V_{\text{сп}}^{100} = +2 + (5+0) - (-5) - 2 = 10 \%$$

1.2. Розподілити сумарні допустимі втрати напруги в ЛЕП по лініях 10 та 0,4 кВ.

Для ДТП $\Sigma \Delta U_{\text{лєп}}^{100}$ є сумою втрат напруги в ЛЕП 10 кВ (ΔU_{10}^{100}) та втрат напруги в ЛЕП 0,4 кВ ($\Delta U_{0,38}^{100}$). Прийняти втрати напруги в ПЛ 10 кВ рівними 60 % від втрат $\Sigma \Delta U_{\text{лєп}}^{100}$, а втрати напруги в ПЛ 0,38 кВ рівними 40 % від втрат $\Sigma \Delta U_{\text{лєп}}^{100}$.

$$\Delta U_{10}^{100} = 0,6 \Sigma \Delta U_{\text{лєп}}^{100} = 0,6 \times 10 = 6\%$$

$$\Sigma \Delta U_{0,38}^{100} = 0,4 \Sigma \Delta U_{\text{лєп}}^{100} = 0,4 \times 10 = 4\%$$

1.3. Перевірити відхилення напруги на шинах 0,4 кВ ДТП (точка с) при мінімальному навантаженні.

При мінімальному навантаженні $S_{\text{мін}} = 0,25 S_{\text{макс}}$, тому:

$$\Delta U_{10}^{25} = 0,25 \Delta U_{10}^{100} = 0,25 \times 6 = 1,5 \%$$

Врахувати, що $\Delta U_T^{25} = 0,25 \Delta U_T^{100}$ та $\Delta U_{0,38}^{25} = 0 \%$, оскільки втрати напруги в лінії 0,38 кВ на відхилення напруги на шинах 0,4 кВ ДТП (в точці с) не впливають.

$$V_{\text{сп}}(c)^{25} = V_{10}^{25} + (V_{\text{ст}} + V_B) - \Delta U_{10}^{25} - \Delta U_m^{25} = +2 + (5+0) - 1,5 - (-1,5) = 7 \%$$

де $V_{\text{сп}}^{25}$ – відхилення напруги на найближчому споживачі при мінімальному навантаженні, %

V_{10}^{25} – відхилення напруги на шинах 10 кВ РТП 35/10 кВ при мінімальному навантаженні, %

$V_{ст}, V_B$ – стала надбавка та регулювальне відгалуження ПБЗ трансформатора ДТП, %

ΔU_{10}^{25} – втрати напруги в лінії 10 кВ при мінімальному навантаженні, %

ΔU_T^{25} – втрати напруги в обмотках трансформатора ДТП при мінімальному навантаженні, %

Якщо $V_{сп}(с) > V_{доп}$, необхідно вибрати відповідне регулювальне відгалуження ПБЗ трансформатора ДТП та повторити розрахунки по п. 1.1, 1.2, 1.3 до виконання умови $V_{сп}(с) \leq V_{доп}$.

Остаточні результати розрахунків записати в таблицю 2 окремо для режимів максимального та мінімального навантаження для ДТП.

Вибрано регулювальне відгалуження ПБЗ для трансформатора ДТП 10/0,4 кВ

2. Провести розрахунок для БТП 10/0,4 кВ

2.1. Розрахувати сумарні допустимі втрати напруги в ЛЕП.

Сумарні допустимі втрати напруги в ЛЕП для БТП 10/0,4 кВ розрахувати при максимальному навантаженні, при цьому врахувати, що для БТП втрати в ЛЕП 10 кВ в обох режимах рівні 0 % ($\Delta U_{10}^{100} = \Delta U_{10}^{25} = 0$ %), тому для БТП $\Sigma \Delta U_{леп}^{100} = \Sigma \Delta U_{0,38}^{100}$.

Якщо для ДТП було вибрано регулювальне відгалуження ПБЗ відмінне від 0 %, то і для БТП розрахунки слід починати при цьому відгалуженні ПБЗ.

$$\Sigma \Delta U_{леп}^{100} = V_{10}^{100} + (V_{ст} + V_B) - \Delta U_m^{100} - V_{сн}^{100} = +2 + (5+1) - (-5) - 2 = 11 \%$$

де V_{10}^{100} – відхилення напруги на шинах 10 кВ РТП 35/10 кВ при максимальному навантаженні, %

$V_{ст}, V_B$ – стала надбавка та регулювальне відгалуження ПБЗ трансформатора БТП, %

ΔU_T^{100} – втрати напруги в обмотках трансформатора БТП при максимальному навантаженні, %

$V_{сп}^{100}$ – допустиме відхилення напруги на найдальшому споживачі при максимальному навантаженні, %

2.2. Перевірити відхилення напруги на шинах 0,4 кВ БТП (точка а) при мінімальному навантаженні.

На відхилення напруги на споживачах, що живляться від шин 0,4 кВ БТП втрати напруги в лінії 10 кВ в лінії 0,38 кВ не впливають, оскільки БТП живиться безпосередньо від шин 10 кВ РТП 35/10 кВ, а точка а живиться безпосередньо від шин 0,4 кВ ТП 10/0,4 кВ.

$$V_{сн}(a)^{25} = V_{10}^{25} + (V_{ст} + V_B) - \Delta U_{10}^{25} - \Delta U_m^{25} = +2 + (5+1) - 0 - 1,5 = 6,5 \%$$

де $V_{\text{сп}}^{25}$ – відхилення напруги на найближчому споживачі при мінімальному навантаженні, %

V_{10}^{25} – відхилення напруги на шинах 10 кВ РТП 35/10 кВ при мінімальному навантаженні, %

$V_{\text{ст}}, V_{\text{в}}$ – стала надбавка та регулювальне відгалуження ПБЗ трансформатора ДТП, %

ΔU_{10}^{25} – втрати напруги в лінії 10 кВ при мінімальному навантаженні, %

$\Delta U_{\text{т}}^{25}$ – втрати напруги в обмотках трансформатора ДТП при мінімальному навантаженні, %

Якщо $V_{\text{сп}}(с) > V_{\text{доп}}$, необхідно вибрати відповідне регулювальне відгалуження ПБЗ трансформатора БТП та повторити розрахунки по п. п. 2.1, 2.2 до виконання умови $V_{\text{сп}}(а) \leq V_{\text{доп}}$.

Остаточні результати розрахунків записати в таблицю 2 окремо для режимів максимального та мінімального навантаження для БТП.

Вибрано регулювальне відгалуження ПБЗ для трансформатора БТП 10/0,4 кВ

$$\Sigma \Delta U_{\text{лп}}^{100} = \Delta U_{10}^{100} + \Delta U_{0,38}^{100} = V_{10}^{100} + (V_{\text{ст}} + V_{\text{в}}) - \Delta U_{\text{т}}^{100} - V_{\text{сп}}^{100}, \%$$
$$V_{\text{сп}}(а)^{25} = V_{10}^{25} + (V_{\text{ст}} + V_{\text{в}}) - \Delta U_{10}^{25} - \Delta U_{\text{т}}^{25}, \%$$

3. Зробити висновки по роботі (при яких відгалуженнях ПБЗ забезпечуються допустимі відхилення напруги на споживачах).