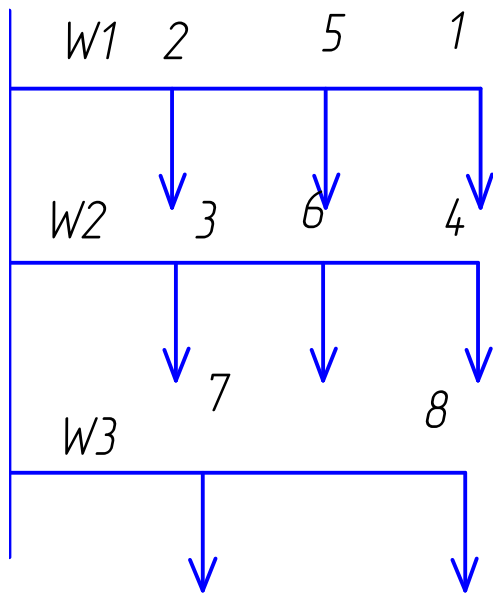


ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,38 кВ



Определяется расчетная активная нагрузка на участке линии W1

На данном участке расчетные нагрузки потребителей

$$P_{д2} = 1 \cdot \text{кВт} \quad P_{д5} = 1 \cdot \text{кВт} \quad P_{д1} = 6 \cdot \text{кВт}$$

$$P_{51} = P_{д1} = 6 \cdot \text{кВт}$$

$$P_{25} = P_{51} + P_{д5} = 6 + 1 = 7 \cdot \text{кВт}$$

$$P_{02} = P_{25} + P_{доб2} = 7 + 0.6 = 7.6 \cdot \text{кВт}$$

Расчитываем коэффициенты мощности нагрузки участков линии W1

$$S_{51} = \frac{P_{д1}}{\cos \varphi_{д1}} = \frac{6}{0.75} = 8.0 \quad \text{кВА}$$

$$\cos \varphi_{25} = \frac{S_{д5} \cdot \cos \varphi_{д5} + S_{51} \cdot \cos \varphi_{д1}}{S_{д5} + S_{51}} = \frac{1.176 \cdot 0.85 + 8.0 \cdot 0.75}{1.176 + 8.0} = 0.763$$

$$S_{25} = \frac{P_{25}}{\cos \varphi_{25}} = \frac{7}{0.763} = 9.17 \quad \text{кВА}$$

$$\cos\varphi_{02} = \frac{S_{25} \cdot \cos\varphi_{25} + S_{д2} \cdot \cos\varphi_{д2}}{S_{д2} + S_{25}} = \frac{9.17 \cdot 0.763 + 1.333 \cdot 0.84}{1.333 + 9.17} = 0.773$$

$$S_{02} = \frac{P_{02}}{\cos\varphi_{25}} = \frac{7.6}{0.763} = 9.96 \quad \text{кВА}$$

Определяется расчетная активная нагрузка на участке линии W2

На данном участке расчетные нагрузки потребителей

$$P_{д4} = 28 \cdot \text{кВт} \quad P_{д6} = 3 \cdot \text{кВт} \quad P_{д3} = 3 \cdot \text{кВт}$$

$$P_{64} = P_{д4} = 28 \cdot \text{кВт}$$

$$P_{36} = P_{64} + P_{до66} = 28 + 1.8 = 29.8 \cdot \text{кВт}$$

$$P_{03} = P_{36} + P_{до67} = 29.8 + 16.4 = 46.2 \cdot \text{кВт}$$

Расчитываем коэффициенты мощности нагрузки участков линии W2

$$S_{64} = \frac{P_{д4}}{\cos\varphi_{д4}} = \frac{28}{0.92} = 30.4 \quad \text{кВА}$$

$$\cos\varphi_{36} = \frac{S_{д6} \cdot \cos\varphi_{д6} + S_{64} \cdot \cos\varphi_{д4}}{S_{д6} + S_{64}} = \frac{4 \cdot 0.75 + 30.4 \cdot 0.92}{4 + 30.4} = 0.9$$

$$S_{36} = \frac{P_{36}}{\cos\varphi_{36}} = \frac{29.8}{0.9} = 33.1 \quad \text{кВА}$$

$$\cos\varphi_{03} = \frac{S_{36} \cdot \cos\varphi_{36} + S_{д3} \cdot \cos\varphi_{д3}}{S_{д3} + S_{36}} = \frac{33.1 \cdot 0.9 + 4 \cdot 0.75}{4 + 33.1} = 0.884$$

$$S_{03} = \frac{P_{03}}{\cos\varphi_{03}} = \frac{46.2}{0.884} = 52.3 \quad \text{кВА}$$

Определяется расчетная активная нагрузка на участке линии W3

На данном участке расчетные нагрузки потребителей

$$P_{д7} = 26 \cdot \text{кВт} \quad P_{д8} = 1 \cdot \text{кВт}$$

$$P_{78} = P_{д8} = 1 \cdot \text{кВт}$$

$$P_{07} = P_{д7} + P'_{доп}(P_{78}) = 26.6 \cdot \text{кВт}$$

Расчитываем коэффициенты мощности нагрузки участков линии W3

$$S_{78} = \frac{P_{д8}}{\cos\varphi_{д8}} = \frac{1}{0.75} = 1.33 \quad \text{кВА}$$

$$\cos\varphi_{07} = \frac{S_{д7} \cdot \cos\varphi_{д7} + S_{78} \cdot \cos\varphi_{д8}}{S_{д7} + S_{78}} = \frac{34.67 \cdot 0.75 + 1.33 \cdot 0.75}{34.67 + 1.33} = 0.75$$

$$S_{07} = \frac{P_{07}}{\cos\varphi_{07}} = \frac{26.6}{0.75} = 35.5 \quad \text{кВА}$$

Определяется расчетная индуктивная нагрузка на участках линии (кВар)
для ветки W1:

$$Q_{51} = S_{51} \cdot \sqrt{1 - \cos\varphi_{д1}^2} = 8.0 \cdot \sqrt{1 - 0.75^2} = 5.29$$

$$Q_{25} = S_{25} \cdot \sqrt{1 - \cos\varphi_{25}^2} = 9.17 \cdot \sqrt{1 - 0.763^2} = 5.93$$

$$Q_{02} = S_{02} \cdot \sqrt{1 - \cos\varphi_{02}^2} = 9.96 \cdot \sqrt{1 - 0.773^2} = 6.32$$

для ветки W2:

$$Q_{64} = S_{64} \cdot \sqrt{1 - \cos\varphi_{д4}^2} = 30.4 \cdot \sqrt{1 - 0.92^2} = 11.9$$

$$Q_{36} = S_{36} \cdot \sqrt{1 - \cos\varphi_{36}^2} = 33.1 \cdot \sqrt{1 - 0.9^2} = 14.4$$

$$Q_{03} = S_{03} \cdot \sqrt{1 - \cos\varphi_{03}^2} = 52.3 \cdot \sqrt{1 - 0.884^2} = 24.4$$

для ветки W3:

$$Q_{78} = S_{78} \cdot \sqrt{1 - \cos\varphi_{д8}^2} = 1.33 \cdot \sqrt{1 - 0.75^2} = 0.88$$

$$Q_{07} = S_{07} \cdot \sqrt{1 - \cos\varphi_{07}^2} = 35.5 \cdot \sqrt{1 - 0.75^2} = 23.5$$

длины участков в относительных единицах (см)

W1

W2

W3

$$L_{02} = 1.2 + 0.45 = 1.65$$

$$L_{03} = 0.82 + 0.83 = 1.65$$

$$L_{07} = 1.57$$

$$L_{25} = 1.8$$

$$L_{36} = 1.2$$

$$L_{78} = 0.9 + 6.9 = 7.8$$

$$L_{51} = 1.2$$

$$L_{64} = 1.49$$

с учетом масштаба

$$L_{02} = 33 \cdot m$$

$$L_{03} = 33 \cdot m$$

$$L_{07} = 31.4 \cdot m$$

$$L_{25} = 36 \cdot m$$

$$L_{36} = 24 \cdot m$$

$$L_{78} = 156 \cdot m$$

$$L_{51} = 24 \cdot m$$

$$L_{64} = 29.8 \cdot m$$

$$L_{w1} = L_{02} + L_{25} + L_{51} = 33 + 36 + 24 = 93 \cdot m$$

$$L_{w2} = L_{03} + L_{36} + L_{64} = 33 + 24 + 29.8 = 86.8 \cdot m$$

$$L_{w3} = L_{07} + L_{78} = 187.4 \cdot m$$

Задаемся удельным индуктивным сопротивлением проводов линии

$$x_0 = 0.4 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$$

$$x_0 = \frac{0.4}{1000} = 4 \times 10^{-4} \frac{\text{Ом}}{\text{м}}$$

Расчитываем составляющую потери напряжения в реактивных сопротивлениях линии по формуле

ветка W1:

$$\Delta U_{p1} = \frac{x_0 \cdot (Q_{02} \cdot L_{02} + Q_{25} \cdot L_{25} + Q_{51} \cdot L_{51})}{0.38}$$

$$\Delta U_{p1} = \frac{0.0004 \cdot (6.32 \cdot 33 + 5.93 \cdot 36 + 5.29 \cdot 24)}{0.38} = 0.578 \cdot B$$

ветка W2:

$$\Delta U_{p2} = \frac{x_0 \cdot (Q_{03} \cdot L_{03} + Q_{36} \cdot L_{36} + Q_{64} \cdot L_{64})}{0.38}$$

$$\Delta U_{p2} = \frac{0.0004 \cdot (24.4 \cdot 33 + 14.4 \cdot 24 + 11.9 \cdot 29.8)}{0.38} = 1.585 \cdot B$$

ветка W3:

$$\Delta U_{p3} = \frac{x_0 \cdot (Q_{07} \cdot L_{07} + Q_{78} \cdot L_{78})}{0.38}$$

$$\Delta U_{p3} = \frac{0.0004 \cdot (23.5 \cdot 31.4 + 0.88 \cdot 156)}{0.38} = 0.921 \cdot B$$

Зная допустимую потерю напряжения, находим составляющие потери напряжения в активных сопротивлениях линии:

$$\Delta U_{\text{доп}} = \Delta U_{\text{доп}} \cdot \frac{380}{100} = 9.04$$

Для ветки W1

$$\Delta U_{A1} = \Delta U_{\text{доп}} - \Delta U_{p1} = 9.04 - 0.578 = 8.46 \quad \text{В}$$

Для ветки W2:

$$\Delta U_{A2} = \Delta U_{\text{доп}} - \Delta U_{p2} = 9.04 - 1.58 = 7.46 \quad \text{В}$$

Для ветки W3:

$$\Delta U_{A3} = \Delta U_{\text{доп}} - \Delta U_{p3} = 9.04 - 0.921 = 8.12 \quad \text{В}$$

Определяем постоянное сечение проводов

$$\gamma = 32 \frac{\text{М}}{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2} \quad \text{- удельная проводимость алюминия}$$

Ветки W1:

$$F_{w1} = \frac{P_{02} \cdot L_{02} + P_{25} \cdot L_{25} + P_{51} \cdot L_{51}}{\gamma \cdot \Delta U_{A1} \cdot 0.38} = \frac{7.6 \cdot 33 + 7 \cdot 36 + 6 \cdot 24}{32 \cdot 8.46 \cdot 0.38} = 6.29 = 6.29 \cdot [\text{мм}^2]$$

Ветки W2:

$$F_{w2} = \frac{P_{03} \cdot L_{03} + P_{36} \cdot L_{36} + P_{64} \cdot L_{64}}{\gamma \cdot \Delta U_{A2} \cdot 0.38} = \frac{46.2 \cdot 33 + 29.8 \cdot 24 + 28 \cdot 29.8}{32 \cdot 7.46 \cdot 0.38} = 33.9$$

Ветки W3:

$$F_{w3} = \frac{P_{07} \cdot L_{07} + P_{78} \cdot L_{78}}{\gamma \cdot \Delta U_{A3} \cdot 0.38} = \frac{26.6 \cdot 31.4 + 156}{32 \cdot 8.12 \cdot 0.38} = 10.0 = 10 \cdot [\text{мм}^2]$$

полученные расчетные сечения округляем до стандартного

$$F_1 = 16 \cdot [\text{мм}^2]$$

$$F_2 = 35 \cdot [\text{мм}^2]$$

$$F_3 = 16 \cdot [\text{мм}^2]$$

проверяем действительную потерю напряжения в линиях

ветка W1:

$$\Delta U_{02} = \frac{(P_{02} \cdot r_1 + Q_{02} \cdot x_1) \cdot L_{02}}{380} = \frac{(7.6 \cdot 1.14 + 6.32 \cdot 0.319) \cdot 33}{380} = 0.927$$

$$\Delta U_{25} = \frac{(P_{25} \cdot r_1 + Q_{25} \cdot x_1) \cdot L_{25}}{380} = \frac{(7 \cdot 1.14 + 5.93 \cdot 0.319) \cdot 36}{380} = 0.935$$

$$\Delta U_{51} = \frac{(P_{51} \cdot r_1 + Q_{51} \cdot x_1) \cdot L_{51}}{380} = \frac{(6 \cdot 1.14 + 5.29 \cdot 0.319) \cdot 24}{380} = 0.539$$

Общая потеря напряжения на первой ветке

$$\Delta U_{\Sigma 1} = \Delta U_{02} + \Delta U_{25} + \Delta U_{51} = 0.927 + 0.935 + 0.539 = 2.4 = 2.4 \cdot B$$

Допустимое падение напряжения $\Delta U_{\text{доп}} = 9.04 \cdot B$

ветка W2:

$$\Delta U_{03} = \frac{(P_{03} \cdot r_2 + Q_{03} \cdot x_2) \cdot L_{03}}{380} = \frac{(46.2 \cdot 0.576 + 24.4 \cdot 0.297) \cdot 33}{380} = 2.94$$

$$\Delta U_{36} = \frac{(P_{36} \cdot r_2 + Q_{36} \cdot x_2) \cdot L_{36}}{380} = \frac{(29.8 \cdot 0.576 + 14.4 \cdot 0.297) \cdot 24}{380} = 1.35$$

$$\Delta U_{64} = \frac{(P_{64} \cdot r_2 + Q_{64} \cdot x_2) \cdot L_{64}}{380} = \frac{(28 \cdot 0.576 + 11.9 \cdot 0.297) \cdot 29.8}{380} = 1.54$$

Общая потеря напряжения на первой ветке

$$\Delta U_{\Sigma 2} = \Delta U_{03} + \Delta U_{36} + \Delta U_{64} = 2.94 + 1.35 + 1.54 = 5.83 = 5.83 \cdot B$$

Допустимое падение напряжения $\Delta U_{\text{доп}} = 9.04 \cdot B$

ветка W3:

$$\Delta U_{07} = \frac{(P_{07} \cdot r_3 + Q_{07} \cdot x_3) \cdot L_{07}}{380} = \frac{(26.6 \cdot 1.14 + 23.5 \cdot 0.319) \cdot 31.4}{380} = 3.13$$

$$\Delta U_{78} = \frac{(P_{78} \cdot r_3 + Q_{78} \cdot x_3) \cdot L_{78}}{380} = \frac{(1.14 + 0.88 \cdot 0.319) \cdot 156}{380} = 0.583$$

Общая потеря напряжения на первой ветке

$$\Delta U_{\Sigma 3} = \Delta U_{07} + \Delta U_{78} = 3.13 + 0.583 = 3.71 = 3.71 \cdot \text{В}$$

Допустимое падение напряжения $\Delta U_{\text{доп}} = 9.04 \cdot \text{В}$

Проверка выполнена. Все провода удовлетворяют условиям.

Расчетные максимальные токи, действующие на участках

ветка W1

$$I_{\text{max}02} = \frac{S_{02}}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = \frac{9.96}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 15.1 = 15.1 \cdot \text{А}$$

$$I_{\text{max}25} = \frac{S_{25}}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = \frac{9.17}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 13.9 = 13.9 \cdot \text{А}$$

$$I_{\text{max}51} = \frac{S_{51}}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = \frac{8.0}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 12.2 = 12.2 \cdot \text{А}$$

ветка W2

$$I_{\text{max}03} = \frac{S_{03}}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = \frac{52.3}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 79.5 = 79.5 \cdot \text{А}$$

$$I_{\text{max}36} = \frac{S_{36}}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = \frac{33.1}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 50.3 = 50.3 \cdot \text{А}$$

$$I_{\text{max}64} = \frac{S_{64}}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = \frac{30.4}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 46.2 = 46.2 \cdot \text{А}$$

ветка W3

$$I_{\text{max}07} = \frac{S_{07}}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = \frac{35.5}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 53.9 = 53.9 \cdot \text{А}$$

$$I_{\text{max}78} = \frac{S_{78}}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = \frac{1.33}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 2.02 = 2.02 \cdot \text{А}$$

Расчетные токи нагрузки линии 0.38 кВ отходящих от ТП

Первая ветка $I_{\text{max}1} = I_{\text{max}02} = 15.1 \cdot \text{А}$

Вторая ветка $I_{\text{max}2} = I_{\text{max}03} = 79.5 \cdot \text{А}$

Третья ветка $I_{\text{max}3} = I_{\text{max}07} = 53.9 \cdot \text{А}$

Допустимые токи на данных ветках

Первая ветка $I_{\text{доп1}} = 136 \cdot \text{А}$

Вторая ветка $I_{\text{доп2}} = 215 \cdot \text{А}$

Третья ветка $I_{\text{доп3}} = 136 \cdot \text{А}$

Все полученные данные сведем в таблицу

Таблица 5.1

Линия	Участок	Провод	$r_0, \text{Ом/км}$	$x_0, \text{Ом/км}$	$I_p, \text{max, А}$	$I_{\text{доп, А}}$	$\Delta U_{\text{ф, В}}$	$\Delta U_{\text{сумм. ф, В}}$
W1	02	А 16	1,14	0,319	15,1	136	0,927	2,4
	25	А 16	1,14	0,319	13,9	136	0,935	2,4
	51	А 16	1,14	0,319	12,2	136	0,539	2,4
W2	03	А 35	0,576	0,297	79,5	215	2,94	5,83
	36	А 35	0,576	0,297	50,3	215	1,35	5,83
	64	А 35	0,576	0,297	46,2	215	1,54	5,83
W3	07	А 16	1,14	0,319	53,9	136	3,13	3,71
	78	А 16	1,14	0,319	2,02	136	0,583	3,71

Допустимое падение напряжения на ветках $\Delta U_{\text{доп}} = 9.04 \cdot \text{В}$

Так что все провода рассчитаны правильно

КОНСТРУКТИВНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,38 кВ, 10 кВ И ПОДСТАНЦИИ 10/0,38 кВ

КТП-10/0.38-160 Для ТП1

КТП-10/0.38-63 Для ТП2

Основные технические характеристики трансформатора ТМ- 160

ВН= 10

НН= 0,4

Группа соединения обмоток- 0

$P_{ххА}$ = 510

$P_{ххБ}$ = 565

$P_{кз}$ = 2650

$U_k\%$ = 4,5

$I_{хх\%}$ = 2,4

Переключатель напряжений- ПБВ

Основные технические характеристики трансформатора ТМ- 63

ВН= 10

НН= 0,4

Группа соединения обмоток- 0

$P_{ххА}$ = 240

$P_{ххБ}$ = 265

$P_{кз}$ = 1280

$U_k\%$ = 4,5

$I_{хх\%}$ = 2,8

Переключатель напряжений- ПБВ

Опоры – железобетонные опоры 0.38 кВ и 10 кВ;

Изоляторы – ШФ-10, НС.

Линейную арматуру

ТП1 и ТП2 однотрансформаторные комплектные трансформаторные подстанции со схемой соединения обмоток трансформаторов звезда- звезда с нулем