

ПАДЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ НА ЛИНИЯХ 35 кВ

Падение напряжения на участке линии электропередачи при известных нагрузках в конце линии определяется формулой (здесь и во всех последующих расчетах напряжение выражено в кВ, мощность – в кВт и квар, ток – в А, сопротивление – в Ом):

$$\Delta U = \{(P_H + \Delta P) \cdot R + (Q_H + \Delta Q - Q_C / 2) \cdot X + j(P_H + \Delta P) \cdot X + (Q_H + \Delta Q - Q_C / 2) \cdot R\} / U_L, \quad (1)$$

где P_H и Q_H – нагрузки в конце линии;
 ΔP и ΔQ – потери в линии;
 Q_C – емкостная зарядная мощность линии (на коротких линиях не учитывается):
 $Q_C = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_C$;
 I_C – зарядный ток линии;
 R, X – активное и реактивное сопротивление данного участка;
 U_L – линейное напряжение сети.

Рассмотрим пример протяженной линии 35 кВ с малой нагрузкой. Нагрузка в конце линии $S_H = 1225$ кВА, $\cos \varphi = 0,9$, $P_H = 1102$ кВт, $Q_H = 534$ квар получает питание по ВЛ 35 кВ, выполненной проводом АС-50. Длина линии – 100 км, сопротивления линии: $R_L = 63$, $X_L = j43(76,3 \angle 34^\circ)$. Напряжение в начале линии поддерживается источником питания стабильным и равным $U_1 = 36,8$ кВ (105% U_H).

Нужно определить напряжение в конце линии в максимальном и минимальном режиме работы потребителя, считая при этом, что в минимальном режиме нагрузка равна 10% от максимальной.

Напряжение в конце линии в максимальном режиме составит:

$$U_2 = U_1 - \{(P_2 + \Delta P) \cdot R + (Q_2 + \Delta Q - Q_C / 2) \cdot X + j(P_2 + \Delta P) \cdot X - (Q_2 + \Delta Q - Q_C / 2) \cdot R\} / U_L. \quad (2)$$

Находим потери в линии:
 $\Delta P = (P_2^2 + Q_2^2) / U_L^2 \cdot R \cdot 10^{-3} = 77,120$;
 $\Delta Q = (P_2^2 + Q_2^2) / U_L^2 \cdot X \cdot 10^{-3} = 52,638$.

Для ВЛ 35 кВ емкостный зарядный ток $I_C = 0,1 \cdot 100 = 10$.

Емкостная зарядная мощность $Q_C = 1,73 \cdot 35 \cdot 10 = 605,5$.

Подставив цифровые данные в (2), получим: $U_2 = 34449 - j890$; $|U_2| = 34460$.

Расчеты показывают, что дополнительные потери в трансформаторах 10/0,4 кВ и ВЛ 10 кВ составят около 6%.

Таким образом, напряжение на шинах 0,4 кВ с учетом коэффициентов трансформации, равных соответственно 35/10,5 и 10/0,4 кВ, составит:

$$U_{0,4} = 34460 \cdot 0,94 \cdot 0,4/10 \cdot 10,5/35 = 388 \text{ (224) В, или } 97,5\% U_{H0,4} (U_{H0,4} = 400 \text{ (230) В}).$$

Выполнив аналогичным образом расчет для значений потребляемой в конце линии мощности в минимальном режиме $S_{MIN} = 0,1 S_H = 122,5$ кВА, $\cos \varphi = 0,9$ с учетом потерь в трансформаторах 10/0,4 кВ и ВЛ 10 кВ около 1%, получим $U_{0,4} = 440/255$, что соответствует $\approx 110\% U_{H0,4}$.

Данный пример показывает, что при малых нагрузках, несмотря на большую длину линии 35 кВ, отклонение напряжения на шинах 0,4 кВ потребителя как в максимальном, так и в минимальном режимах работы оказывается в пределах, регламентируемых ГОСТ [5], а именно $\Delta U = \pm 10\% U_{H0,4}$.