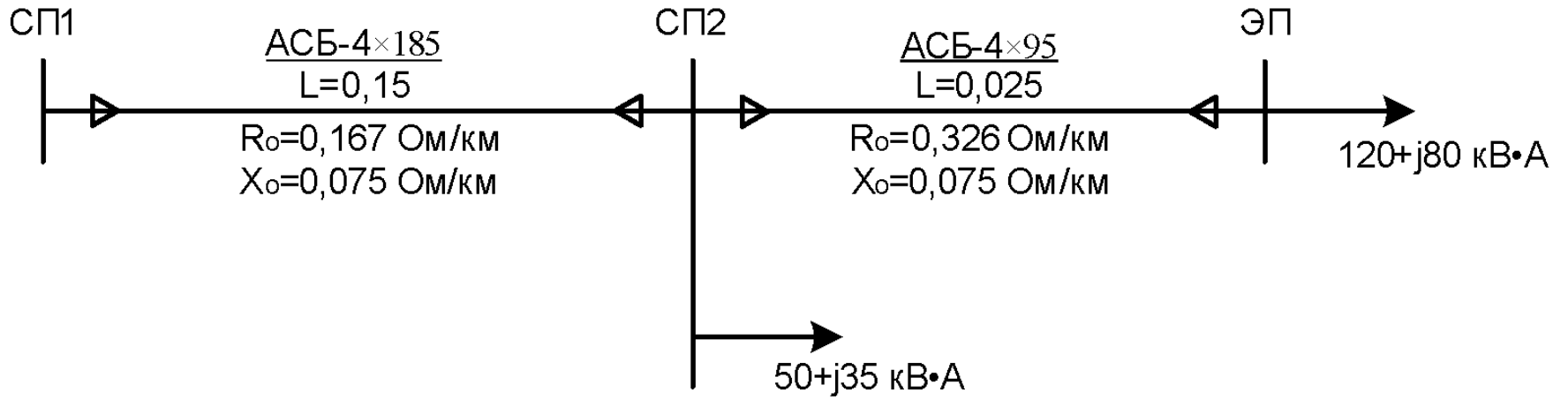


# Качество электроэнергии

# Отклонения напряжения

- Оценить допустимость отклонения напряжения на зажимах ЭП, сравнить его с допустимым по ГОСТ. Если необходимо, разработать мероприятия, обеспечивающие требуемый уровень напряжения. Напряжение на зажимах СП1 принять 385 В.



- Потеря напряжения определяется по соотношению

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U_{\text{НОМ}}}$$

где

$$X = X_0 L$$

$$R = R_0 L$$

Потеря напряжения  
– на участке СП1-СП2

$$\Delta U_{\text{СП1-СП2}} = \frac{(120 + 50) \cdot 0,167 \cdot 0,15 + (80 + 35) \cdot 0,075 \cdot 0,15}{0,38} = 14,6 \text{ В}$$

– на участке СП2-ЭП

$$\Delta U_{\text{СП2-ЭП}} = \frac{120 \cdot 0,326 \cdot 0,025 + 80 \cdot 0,075 \cdot 0,025}{0,38} = 2,97 \text{ В}$$

Тогда потеря напряжения на участке СП1-ЭП

$$\Delta U_{\Sigma} = U_{СП1-СП2} + U_{СП2-ЭП} = 14,6 + 2,97 = 17,57 \text{ В}$$

$$\Delta U_{\Sigma} = \frac{17,57}{380} \cdot 100\% = 4,62$$

Напряжение на зажимах ЭП составляет

$$U_{ЭП} = U_{СП1} - \Delta U_{\Sigma} = 385 - 17,57 = 367,43 \text{ В}$$

Отклонение напряжения на зажимах ЭП

$$\delta U_{у} = \frac{367,07 - 380}{380} \cdot 100\% = -3,4$$

# Несинусоидальность напряжения

- Несинусоидальность напряжения характеризуется следующими показателями :
  - коэффициентом искажения синусоидальности кривой напряжения;
  - коэффициентом  $n$ -ой гармонической составляющей напряжения.

- Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения  $K_U$  определяется по выражению, %

$$K_u = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N U_{(n)}^2}}{U_{(1)}} 100$$



где  $U_{(n)}$  — действующее значение  $n$ -ой гармонической составляющей напряжения, В;  
 $n$  — порядок гармонической составляющей напряжения,  
 $N$  — порядок последней из учитываемых гармонических составляющих напряжения, стандартом устанавливается  $N = 40$ ;  
 $U_{(1)}$  — действующее значение напряжения основной частоты, В.

- Допускается определять  $K_U$  по выражению, %

$$K_U = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N U_{(n)}^2}}{U_{\text{НОМ}}} 100$$

- где  $U_{\text{НОМ}}$  — номинальное напряжение сети, В.

- Коэффициент  $n$ -ой гармонической составляющей напряжения равен, %

$$K_{U(n)} = \frac{U_{(n)}}{U_{(1)}} 100$$

Фазное напряжение гармоники  
в расчетной точке сети находят  
из выражения :

$$U_{(n)} = \frac{I_{(n)} n U_{\text{НП}} U_{\text{НОМ}}}{S_{\text{К}}}$$

где  $I_{(n)}$  — действующее значение фазного тока  $n$  — ой гармоники;

$U_{\text{нл}}$  — напряжение нелинейной нагрузки (если расчетная точка совпадает с точкой присоединения нелинейной нагрузки, то  $U_{\text{нл}} = U_{\text{ном}}$ );

$U_{\text{ном}}$  - номинальное напряжение сети;

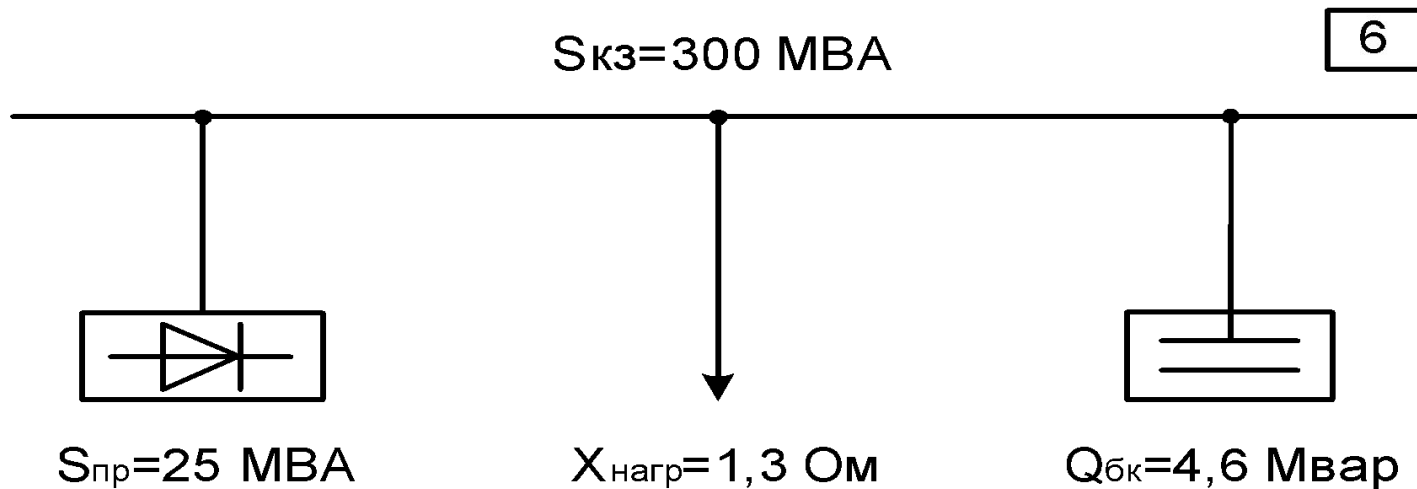
$S_{\text{к}}$  - мощность короткого замыкания в точке присоединения нелинейной нагрузки.

Значения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения

Нормально допустимые значения при $U_{\text{НОМ}}$ , кВ				Предельно допустимые значения при $U_{\text{НОМ}}$ , кВ			
0,38	6 — 20	35	110 — 330	0,38	6 — 20	35	110 — 330
8,0	5,0	4,0	2,0	12,0	8,0	6,0	3,0

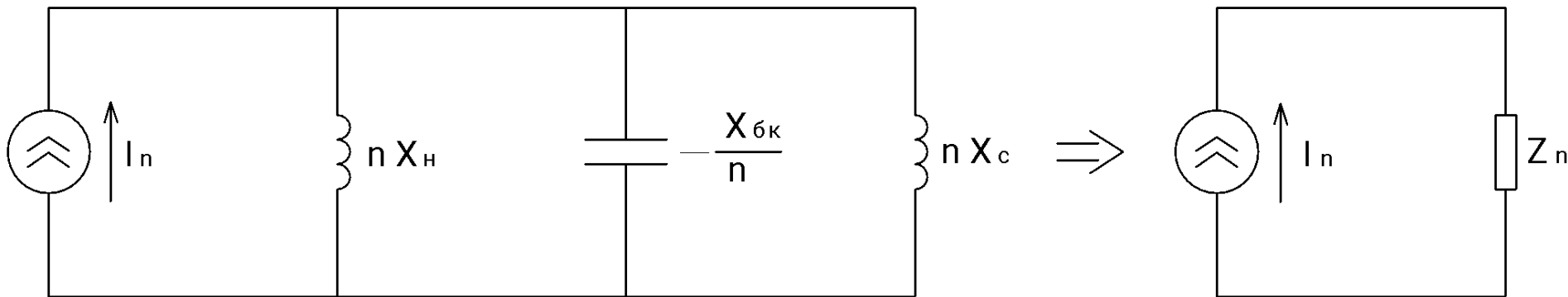
# Пример

- Оценить возможность совместной работы шестифазного вентиляционного преобразователя и нагрузки



- Вентильный преобразователь генерирует гармоники 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23. Учтем только 5, 7 и 11.

## Схема замещения сети





Параметры схемы замещения:

$$X_H = 1,3 \quad \text{Ом};$$

$$X_{BK} = U_H^2 / Q_{BK} = 6^2 / 4,6 = 7,826 \quad \text{Ом};$$

$$X_C = U_H^2 / S_{K3} = 6^2 / 300 = 0,12 \quad \text{Ом};$$

- Значение фазного тока для  $n$ -й гармоники (при ) определяем по формуле

$$I_n = \frac{S_{\text{пр}}}{\sqrt{3}U_n n}$$

$$I_5 = \frac{25}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 5} = 0,481 \text{ кА}; \quad I_7 = 0,343 \text{ кА};$$

$$I_{11} = 0,218 \text{ кА};$$

## Суммарное сопротивление сети для 5-й гармоники

$$Z_5 = \frac{5X_H \cdot \left( -\frac{X_{БК}}{5} \cdot 5X_C \right) // \left( -\frac{X_{БК}}{5} + 5X_C \right)}{5X_H + \left( -\frac{X_{БК}}{5} \cdot 5X_C \right) // \left( -\frac{X_{БК}}{5} + 5X_C \right)};$$
$$\varnothing_{\#} \frac{5 \cdot 1,3 \cdot \left( -\frac{7,826}{5} \cdot 5 \cdot 0,12 \right) // \left( -\frac{7,826}{5} + 5 \cdot 0,12 \right)}{5 \cdot 1,3 + \left( -\frac{7,826}{5} \cdot 5 \cdot 0,12 \right) // \left( -\frac{7,826}{5} + 5 \cdot 0,12 \right)} = 0,848 \quad .$$

- Аналогично получаем суммарное сопротивление сети для 7-й и 11-й гармоник:

$$Z_7 = 2,482 \text{ Ом},$$

$$Z_{11} = 1,716 \text{ Ом}.$$

- Значения  $n$ -й гармонической составляющей напряжения

$$U_5 = I_5 Z_5 = 0,481 \cdot 0,848 = 0,408 \text{ кВ},$$

$$U_7 = 0,851 \text{ кВ},$$

$$U_{11} = 0,374 \text{ кВ},$$

- Значение коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения

$$K_U = \frac{\sqrt{U_5^2 + U_7^2 + U_{11}^2}}{\frac{U_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3}}} \cdot 100 \% = \frac{\sqrt{0,408^2 + 0,851^2 + 0,374^2}}{\frac{6}{\sqrt{3}}} \cdot 100 \% = 29,3 \%$$

Больше допустимого, совместная работа вентильного преобразователя и нагрузки не допустима.