

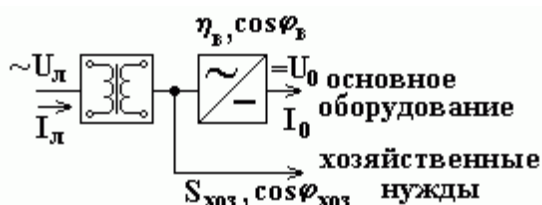
**Демонстрационный вариант заданий для практической части
предпрофессионального экзамена в рамках проекта «Инженерный
класс в московской школе»
на площадке НИЯУ МИФИ**

Направление практической части: Технологическое

Направление подготовки: Альтернативная энергетика

Пример ситуационной задачи «Система электропитания для удаленного поселка»

В удаленном поселке нужно произвести ремонт трансформатора. Рассчитайте полную мощность трансформатора электропитающей установки и ток, потребляемый электропитающей установкой от сети. Предложите варианты источников питания для обеспечения такой производительности системы, зная что поселок расположен вблизи гейзера, Солнечный день в поселке бывают полярные дни.



Напряжение питания основного оборудования $U_0 = 60\text{В}$, ток потребления от выпрямительного устройства $I_0 = 1500\text{А}$, к.п.д. выпрямителя $\eta_{\text{в}} = 0,87$, коэффициент мощности выпрямительного устройства $\cos\varphi_{\text{в}} = 0,75$;

Полная мощность хозяйственных нагрузок $S_{\text{хоз}} = 35\text{ Ква}$, $\cos\varphi_{\text{хоз}} = 0,75$.

Определить: 1) Мощность компенсирующих устройств для удовлетворения нормативного значения коэффициента мощности, равного 0,95; 2) Коэффициент снижения потерь в линии за счёт применения компенсирующих устройств.

Решение:

1. Полную мощность находим через активные мощности

$$P_0 = U_0 \cdot I_0 = 60 \cdot 1500 = 90(\text{кВт})$$

$$P_{20CH} = \frac{P_0}{\eta_{\text{в}}} = \frac{90}{0,87} = 103,44(\text{кВт})$$

$$S_{20CH} = \frac{P_{20CH}}{\cos\varphi_{\text{в}}} = \frac{103,44}{0,75} = 137,92(\text{кВт})$$

$$S_2 = S_{20CH} + S_{\text{хоз}} = 137,92 + 35 = 172,92(\text{кВт}),$$

где S_2 - полная мощность трансформатора.

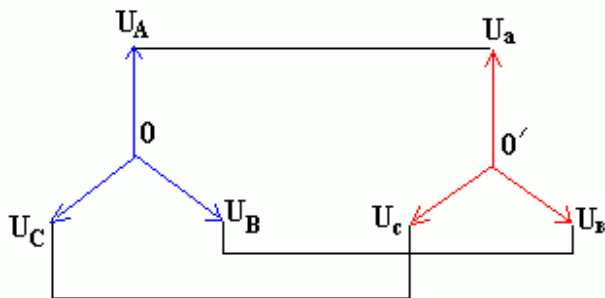
При использовании трехфазного трансформатора на каждую фазу приходится мощность, равная:

$$S_{1\phi} = \frac{S_2}{3} = \frac{172,92}{3} = 57,64(\text{кВм})$$

При соединении трансформатора "звездой" -

$$U_{\text{л}} = \sqrt{3}U_{\phi} = 1,73 \cdot 220 = 380 \text{ В}, I_{\text{л}} = I_{\phi}, S_{1\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi},$$

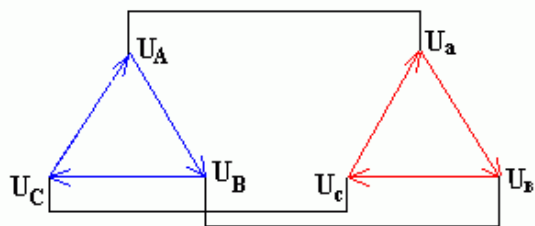
$$I_{\phi} = I_{\text{л}} = \frac{57,64}{220} = 262(\text{А}).$$



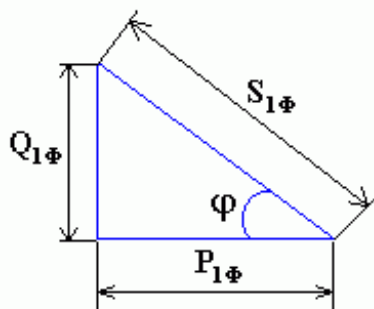
При соединении трансформатора "треугольником":

$$U_{\text{л}} = U_{\phi} = 220 \text{ В}, I_{\text{л}} = \sqrt{3} \cdot I_{\phi} = 1,73 \cdot 262 = 453,26(\text{А}),$$

$$S_2 = \sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}}.$$



2. Рассчитаем мощность компенсирующих устройств для обеспечения $\cos \varphi_K = 0,95$.



$$\cos \varphi = 0,75, S_{1\phi} = 57,64 \text{ кВм}, P_{1\phi} = S_{1\phi} \cdot \cos \varphi = 57,64 \cdot 0,75 = 43,23(\text{кВм}).$$

$$Q_{1\phi} = \sqrt{S_{1\phi}^2 - P_{1\phi}^2} = S_{1\phi} \sin \varphi = 57,64 \cdot 0,66 = 38,125(\text{кВм})$$

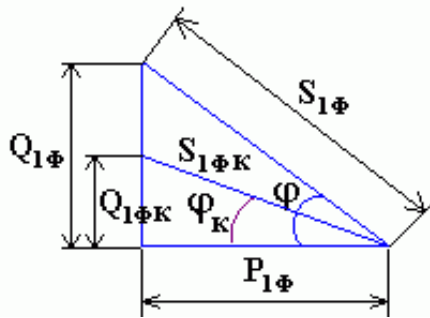
По треугольнику мощностей проведем расчет для $\cos \varphi_K = 0,95$

$$S_{1\phi K} = \frac{P_{1\phi}}{\cos \varphi_K} = \frac{43,23}{0,95} = 45,5(\text{кВм}), \sin \varphi_K = \sqrt{1 - 0,95^2} = 0,3122(\text{кВА}),$$

$$Q_{1\phi K} = S_{1\phi K} \cdot \sin \varphi_K = 45,5 \cdot 0,3122 = 14,2(\text{кВАр}),$$

$$\Delta Q = Q_{1\phi} - Q_{1\phi K} = 38,125 - 14,2 = 23,91(\text{кВАр}).$$

Второй способ вычисления компенсирующей мощности:



$$\frac{Q_{1\phi}}{P_{1\phi}} = \operatorname{tg}\varphi, \frac{Q_{1\phi K}}{P_{1\phi K}} = \operatorname{tg}\varphi_K, \Delta Q = Q_{1\phi} - Q_{1\phi K} = P_{1\phi}(\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\varphi_K) = 43,23(0,87 - 0,325) = 23,56(\text{кВАр}).$$

Таким образом, с учетом погрешностей вычисления мощность компенсатора составляет примерно 24 кВАр.

3. Линия передачи имеет омическое сопротивление R . Потери в линии определяются квадратом действующего тока:

$$\Delta P_{1\phi} = I_{Л1}^2 \cdot R; \Delta P_{1\phi K} = I_{Л1K}^2 \cdot R; K_{\Theta} = \frac{\Delta P_{1\phi}}{\Delta P_{1\phi K}} = \left(\frac{I_{Л1}}{I_{Л1K}} \right)^2, \\ S_{1\phi} = 57,8(\text{кВм}); S_{1\phi K} = 45,5(\text{кВм}); I_{Л1} = 262(\text{А}) = I_{1\phi}, \\ I_{1\phi} = \frac{S_{1\phi K}}{U_{\phi}} = \frac{45,5}{220} = 206,8(\text{А}); K_{\Theta} = \left(\frac{262}{206,8} \right)^2 = 1,6.$$

Далее решение будет индивидуальным в зависимости от того какой источник электроснабжения выберет участник экзамена. Варианты: 1) Расчет системы электропитания от солнечных батарей. Важно чтобы участник разбирался в зависимости КПД от типа батареи 2) Расчет системы питания на термальных водах 3) Расчет системы питания на микробных топливных элементах.

Критерии оценки:

Оценка 60 баллов – расчеты проведены правильно и подтверждены схмотехническим моделированием

Оценка 59 – 46 баллов – Расчеты проведены правильно, но не подтверждены результатами схмотехнического моделирования

Оценка 45 – 31 балл – Расчеты содержат ошибки, схмотехническое моделирование проведено правильно.

Оценка 30 – 16 баллов – Расчеты полностью не верны или отсутствуют, схмотехническое моделирование проведено верно

Оценка 15 – 1 балл – расчеты полностью не верны или отсутствуют, схмотехническое моделирование проведено с ошибками.

0 баллов – решение задачи отсутствует

