

Вопросы выбора мощности силовых трансформаторов подстанций распределительных сетей

Выполнили студенты гр.11-ЭЭ: Бычков В.,
Беклемешев И.

Научный руководитель: Никишин А.Ю.

Цель работы:

- Внести поправки в методические указания по выполнению курсовых проектов для студентов, обучающихся по направлению подготовки – электроэнергетика и электротехника.



- При выборе числа и мощности силовых трансформаторов используют методику технико-экономических расчетов, а также учитывают такие показатели, как надежность электроснабжения потребителей, расход цветного металла и необходимая трансформаторная мощность.
- Мощность силовых трансформаторов выбирают с учетом экономически целесообразного режима работы и соответствующего обеспечения резервирования питания потребителей при отключении одного трансформатора.

Пример:

Выбрать число и мощность трансформаторов для схемы электроснабжения района, представленной на рис. I, с исходными данными табл. I .

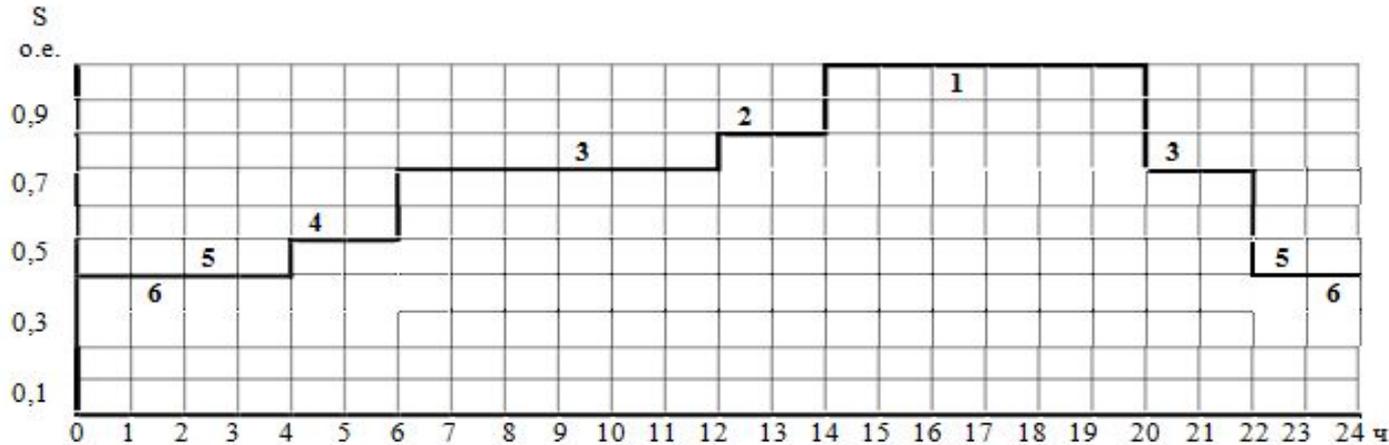


Рисунок I – Зимний и летний графики нагрузок района

№ п/с	$S_{\text{макс}},$ МВА	пт	$S_{\text{оп}},$ МВА	$S_{\text{номГ}},$ МВА	Тип трансформатора	Категория потребителей
1	20,7	2	14,78	16	ТДН-16000/110	I, II, III
2	25,9	2	18,5	25	ТРДН-25000/110	I, II, III
3	15,5	2	11,07	16	ТДН-16000/110	I, II, III
4	11,4	1	7,14	16	ТДН-16000/110	III
5	8,3	1	5,9	16	ТДН-16000/110	III

► Таблица I – Выбор мощности трансформаторов.

Упрощенный выбор :

1. $S_{\text{НОМТ}} \geq 0,7 * S_{\text{макс}}$

2. $k_3 = \frac{S_{\text{макс}}}{n_T * S_{\text{НОМТ}}}$

3. $S_{\text{расчТ}} = \frac{S_{\text{макс}}}{n_T * k_3}$



Выбор номинальной мощности трансформаторов по заданному суточному графику нагрузки.

- При этом исходный график нагрузки (на рисунке 2а) преобразуют в эквивалентный двухступенчатый (на рисунке 2б), ступеням которого соответствуют эквивалентная начальная нагрузка S_1 и перегрузка S_2 с продолжительностью соответственно t_1 и h .

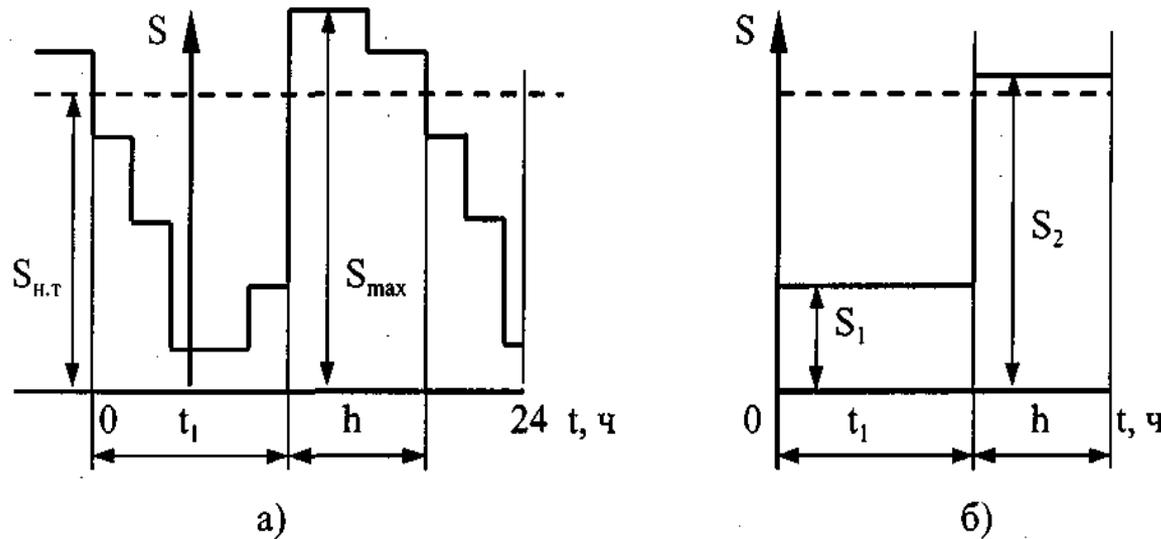


Рисунок 2 – Переход от фактического суточного графика нагрузки (а) на эквивалентный двухступенчатый (б)

Для выбора номинальной мощности трансформаторов определяется среднеквадратичная мощность в относительных единицах для зимнего, наиболее загруженного графика:

$$S_{\text{ср.кв.}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n S_i^2 \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}} = \sqrt{\frac{0,4^2 \cdot 4 + 0,5^2 \cdot 2 + 0,7^2 \cdot 6 + 0,8^2 \cdot 2 + 1^2 \cdot 6 + 0,7^2 \cdot 2 + 0,4^2 \cdot 2}{24}} = 0,71$$

За ориентировочную номинальную мощность трансформаторов принимается $S_{\text{н.т.}}$:

- Для I-ой подстанции $S_{\text{н.т.}} = 0,71 \times S_{\text{МАХ}} = 0,71 \times 20,7 = 14,697 \text{ МВА}$.
- Для II-ой подстанции $S_{\text{н.т.}} = 0,71 \times S_{\text{МАХ}} = 0,71 \times 25,9 = 18,389 \text{ МВА}$.
- Для III-ей подстанции $S_{\text{н.т.}} = 0,71 \times S_{\text{МАХ}} = 0,71 \times 15,5 = 11,01 \text{ МВА}$.
- Для IV-ой подстанции $S_{\text{н.т.}} = 0,71 \times S_{\text{МАХ}} = 0,71 \times 11,4 = 8,1 \text{ МВА}$.
- Для V-ой подстанции $S_{\text{н.т.}} = 0,71 \times S_{\text{МАХ}} = 0,71 \times 8,3 = 5,9 \text{ МВА}$.



Суммарная $S_{н.т.}$ по отношению к S_{max} :

$$S_{н.т.} = \frac{2S_{н.т.}}{S_{max}}$$

- Для I-ой подстанции $S_{н.т.} = \frac{2 * 10}{14,78} = 1,36.$
- Для II-ой подстанции $S_{н.т.} = \frac{2 * 10}{18,5} = 1,087.$
- Для III-ей подстанции $S_{н.т.} = \frac{2 * 10}{11,01} = 1,817.$
- Для IV-ой подстанции $S_{н.т.} = \frac{10}{8,1} = 1,23.$
- Для V-ой подстанции $S_{н.т.} = \frac{10}{5,9} = 1,696.$

Следовательно, систематическую перегрузку трансформаторы испытывать не будут, так как в нормальном режиме два трансформатора способны пропустить нагрузку большую, чем S_{max} .



Для проверки выбранных трансформаторов на аварийную перегрузку определяется зона перегрузки при условии, что в работе останется один трансформатор.

При этом $S_{н.т.} = \frac{S_{н.т.}}{S_{max}}$

- Для I-ой подстанции $SH.T. = 0,68$.
- Для II-ой подстанции $SH.T. = 0,54$.
- Для III-ей подстанции $SH.T. = 0,91$.



Находится фактический коэффициент перегрузки по графику

$$K'_2 = \frac{1}{S_{\text{н.т.}}} * \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n S_i^2 * t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}}$$

Для I-ой подстанции: $K'_2 = \frac{1}{0,68} * \sqrt{\frac{0,7^2 * 6 + 0,8^2 * 2 + 1^2 * 6 + 0,7^2 * 2}{24}} = 1,0046$

Для II-ой подстанции: $K'_2 = \frac{1}{0,54} * \sqrt{\frac{0,7^2 * 6 + 0,8^2 * 2 + 1^2 * 6 + 0,7^2 * 2}{24}} = 1,265$

Для III -ей подстанции: $K'_2 = \frac{1}{0,91} * \sqrt{\frac{1^2 * 6}{24}} = 0,549$



$$K_{max} = \frac{S_{max}}{S_{н.т.}}$$

□ Для I-ой подстанции: $K_{max} = \frac{1}{0,68} = 1,47$

□ Для II -ой подстанции: $K_{max} = \frac{1}{0,54} = 1,85$

□ Для III -ей подстанции: $K_{max} = \frac{1}{0,91} = 1,098$

Если $K'_2 \geq 0,9 * K_{max}$, то следует принять $K_2 = K'_2$.

Если $K'_2 < 0,9 * K_{max}$, то следует принять $K_2 = 0,9 K_{max}$.



Так как для всех трех двухтрансформаторных подстанций:

$$1,0046 < 0,9 * 1,47$$

$$1,265 < 0,9 * 1,85$$

$$0,549 < 0,9 * 1,098$$

то принимается в расчет $K_2 = 0,9 * K_{max}$ и продолжительность перегрузки $h = 24$ ч пересчитывается по формуле:
$$h = \frac{(K_2')^2 * h'}{(0,9 * K_{max})^2}$$

- Для I-ой подстанции:
$$h = \frac{(1,0046)^2 * 24}{(0,9 * 1,47)^2} = 18,31 \text{ ч}$$
- Для II -ой подстанции:
$$h = \frac{(1,265)^2 * 24}{(0,9 * 1,85)^2} = 23,1 \text{ ч}$$
- Для III -ей подстанции:
$$h = \frac{(0,549)^2 * 24}{(0,9 * 1,098)^2} = 7,32 \text{ ч}$$



По таблице коэффициентов перегрузки без учета K_I при $h_1 = 18,31$ ч, $h_2 = 23,1$ ч, $h_3 = 7,32$ ч, и температуре $-19,1^\circ\text{C}$ для трансформаторов с системами охлаждения М и Д находится K_2 доп ав = 1.7

Принятые трансформаторы $S_{н.т.} * K_{доп} \geq S_{max}$ эрить по условию:

$$14,697 * 1,7 \geq 20,7 \text{ МВА}$$

Для I-ой подстанции:

$$18,389 * 1,7 \geq 25,9 \text{ МВА}$$

Для II -ой подстанции:

$$11,01 * 1,7 \geq 15,5 \text{ МВА}$$

Для III -ей подстанции:

Условие проверки выполняется, поэтому окончательно принимаем:

№ п/с	S_{max} , МВА	пт	Тип трансформатора
1	20,7	2	ТДН-10000/110
2	25,9	2	ТДН-10000/110
3	15,5	2	ТДН-10000/110
4	11,4	1	ТДН-10000/110
5	8,3	1	ТДН-10000/110

-
- Выбор номинальной мощности выполняется в соответствии с действующими на данный момент ГОСТами:
 - – ГОСТ 14209-97
 - – ГОСТ 14209-85
 - – ГОСТ 11920-85
 - – ГОСТ 12965-85
-
- 

Вывод: в ходе выполнения работы, были внесены поправки в методические указания по выбору номинальных мощностей трансформаторов и рассмотрен пример, по результатам которого был произведен более рациональный и экономичный выбор трансформаторов для подстанций.

