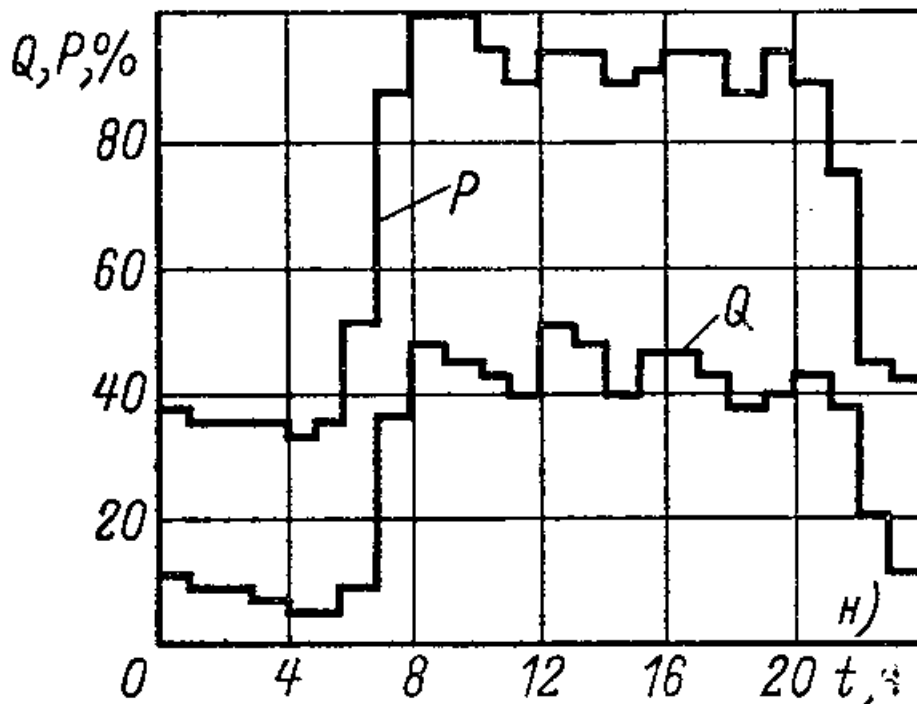


Расчет и выбор числа и мощности трансформаторов

1. Выбор трансформаторов с учётом характерного суточного графика нагрузки.

Исходные данные для расчета:

- максимальная активная нагрузка предприятия - $\sum P_p = 3090,21 \text{ кВт}$;
- максимальная реактивная нагрузка предприятия - $\sum Q_p = 2413,15 \text{ кВАр}$;
- максимальная полная нагрузка предприятия - $\sum S_p = 3729,69 \text{ кВА}$;
- отрасль промышленности предприятия – легкая промышленность
- типовый график нагрузок предприятия или отрасли



1.1. В зависимости от отрасли промышленности определяется характерный суточный график нагрузки предприятия, определенный в процентах в течении 24 часов.

1.2. Определяется фактический суточный график нагрузок, который пересчитывается на основании максимальных активных и реактивных нагрузок предприятия

$$P_i = (P\% \backslash 100) * \sum P_p$$

$$Q_i = (Q\% \backslash 100) * \sum Q_p$$

$$S_i = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

где:

$P\%$, $Q\%$ - активная и реактивная мощность, определённая по характерному суточному графику нагрузки на промежутке времени t_i , в %;

$\sum P_p$ - максимальная активная нагрузка предприятия, кВт;

$\sum Q_p$ - максимальная реактивная нагрузка предприятия, кВАр;

P_i , Q_i , S_i – активная, реактивная и полная нагрузка предприятия на промежутке времени t_i , кВт, кВАр, кВА;

t_i – промежуток времени на котором активная и реактивная нагрузка суточного графика нагрузки не изменяется, час.

$$P_{0-1} = (38/100) \cdot 3090,21 = 1174,28 \text{ кВт}$$

$$Q_{0-1} = (10/100) \cdot 2413,15 = 241,32 \text{ кВАр}$$

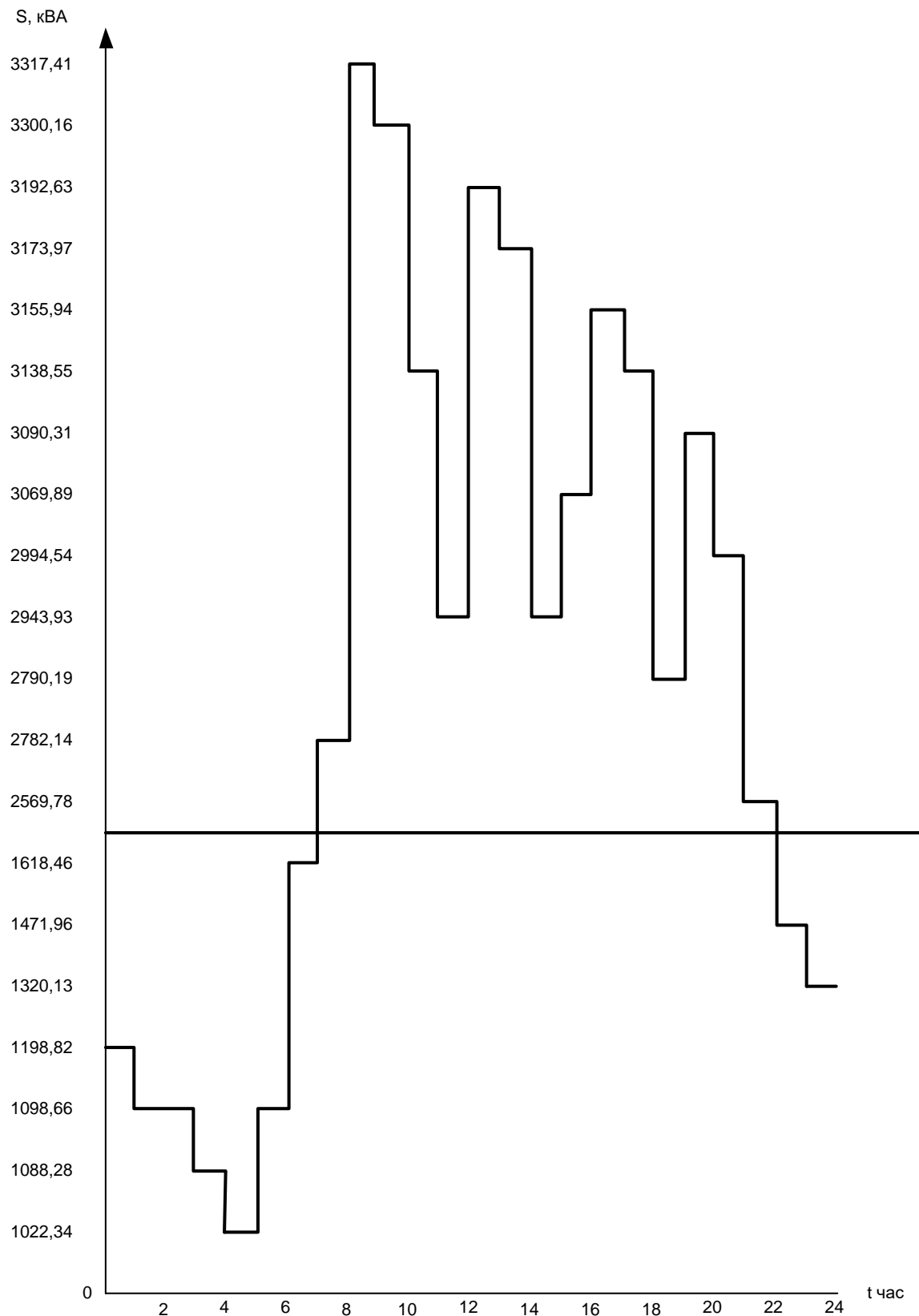
$$S_{0-1} = \sqrt{1174,28^2 + 241,32^2} = 1198,82 \text{ кВА}$$

Расчёт фактического графика производится в виде таблицы

Таблица

t_i , час	P , %	P_i , кВт	Q , %	Q_i , кВАр	S_i , кВА
0-1	38	1174,28	10	241,32	1198,82
1-2	35	1081,57	8	193,05	1098,66
2-3	35	1081,57	8	193,05	1098,66
3-4	35	1081,57	5	120,66	1088,28
4-5	33	1019,77	3	72,39	1022,34
5-6	35	1081,57	8	193,05	1098,66
6-7	52	1606,91	8	193,05	1618,46
7-8	85	2626,68	38	916,99	2782,14
8-9	100	3090,21	50	1206,58	3317,41
9-10	100	3090,21	48	1158,31	3300,16
10-11	95	2935,69	46	1110,05	3138,55
11-12	90	2781,19	40	965,26	2943,93
12-13	95	2935,69	52	1254,84	3192,63
13-14	95	2935,69	50	1206,58	3173,97
14-15	90	2781,19	40	965,26	2943,93
15-16	92	2842,99	48	1158,31	3069,89
16-17	95	2935,69	48	1158,31	3155,94
17-18	95	2935,69	46	1110,05	3138,55
18-19	85	2626,68	39	941,13	2790,19
19-20	95	2935,69	40	965,26	3090,31
20-21	90	2781,19	46	1110,05	2994,53
21-22	75	2317,66	39	941,13	2569,78
22-23	45	1390,59	20	482,63	1471,96
23-24	42	1297,89	10	241,32	1320,13

1.3. По произведенным расчетам строится реальный (фактический) график нагрузки данного предприятия, с учетом полной мощности нагрузки предприятия в КВА.



1.4. Определяется средняя полная нагрузка по фактическому графику предприятия

$$S_{cp} = (S_i \cdot t_i) / 24$$

$$S_{cp} = (1198,82 + 1098,66 \cdot 3 + 1088,28 + 1022,34 + 1618,46 + 2782,14 + 3317,41 + 3300,16 + 3138,55 \cdot 2 + 2943,93 \cdot 2 + 3192,63 + 3173,97 + 3069,89 + 3155,94 + 2790,19 + 3090,31 + 2994,53 + 2569,78 + 1472,96 + 1320,13) / 24 = 2221,75 \text{ кВА}$$

средняя нагрузка вычерчивается на фактическом графике нагрузки в виде прямой линии.

1.5. Определяется коэффициент заполнения графика нагрузки по формуле:

$$\alpha = S_{\text{ср}} / \sum S_p$$

$$\alpha = 2221,75 / 3920,8 = 0,57$$

1.6. Определяется коэффициент допустимой перегрузки трансформаторов $K_\alpha = 1,28$ по справочной литературе в зависимости от коэффициента заполнения графика $\alpha = 0,57$ и количества часов максимальной нагрузки $t_{\text{max}} = 1$ час.

1.7. Определяется расчётная номинальная мощность трансформатора

$$S_{\text{тр.расч.}} = \sum S_p / (n_{\text{тр}} * K_\alpha)$$

где:

$S_{\text{тр.расч}}$ – расчётная номинальная мощность трансформатора, кВА;

$\sum S_p$ - максимальная полная нагрузка предприятия, кВА;

$n_{\text{тр}}$ - количество трансформаторов на подстанции, шт

K_α – коэффициент допустимой перегрузки трансформаторов.

$$S_{\text{тр.расч.}} = 3920,8 / (2 * 1,28) = 1531,56$$

1.8. Предварительно выбирается стандартная мощность трансформаторов и рекомендуется в зависимости от расчётной номинальной мощности трансформатора $S_{\text{тр.расч}}$ предварительно выбирать мощность трансформатора стандартной мощности $S_{\text{тр.ном}}$ меньше чем $S_{\text{тр.расч}}$, а затем больше чем $S_{\text{тр.расч}}$.

1.9. Проверка работы трансформатора в послеаварийном режиме при выводе одного трансформатора в ремонт

для двухтрансформаторных подстанций.

$$1,4 * S_{\text{тр. ном.}} \geq 0,75 * \sum S_p$$

где:

1,4 – коэффициент, учитывающий максимально возможную перегрузку трансформатора в послеаварийном режиме двухтрансформаторной подстанции;

$S_{\text{тр. ном}}$ – предварительно выбранная номинальная мощность трансформатора выбранная из стандартного ряда, кВА;

$\sum S_p$ - максимальная полная нагрузка предприятия, кВА;

0,75 – коэффициент, учитывающий отключение неответственных потребителей в период послеаварийной перегрузки.

Если мощность трансформатора не проходит по данному условию, то рекомендуется выбрать трансформатор большей стандартной мощности и произвести проверку повторно.

$$1,4 \cdot 1000 \geq 0,75 \cdot 3920,8$$

1400 \geq 2940,6 – условие не выполняется

$$1,4 \cdot 1600 \geq 0,75 \cdot 3920,8$$

2240 \geq 2940,6 – условие не выполняется

$$1,4 \cdot 2500 \geq 0,75 \cdot 3920,8$$

3500 \geq 2940,6 – условие выполняется

1.10. Проверка фактического коэффициента загрузки трансформатора в нормальном режиме работы.

$$\beta_{\text{факт}} = \sum S_p / (n_{\text{тр}} \cdot S_{\text{тр. ном}})$$

где:

$\beta_{\text{факт}}$ – фактический коэффициент загрузки трансформатора

$$\beta_{\text{факт}} = 3920,8 / (2 \cdot 2500) = 0,78$$

Если мощность трансформатора не проходит по данному условию, то рекомендуется выбрать трансформатор большей стандартной мощности и произвести проверку повторно.

$\beta_{\text{факт. табл}} 0,5 \div 0,6 < 0,78$ – условие не выполняется

$$\beta_{\text{факт}} = 3920,8 / (2 \cdot 4000) = 0,49 \approx 0,5$$
 – условие выполняется

Таблица.

Тип, марка	Мощность S _{ном} , кВА	Напряжение на сторо- нах, U, кВ		Потери трансформатора, кВт		U _{кз} , %	I _{хх} , %
		ВН	НН	P _{хх}	P _{кз}		
ТМ-4000/35	4000	35	10,5	5,3	33,5	7,5	0,9

II. Выбор трансформаторов упрощенным способом

Выбор трансформаторов по упрощенному способу допускается производить в основном для ТП и КТП цехов предприятий или объектов, при условии, что трансформатор основной подстанции предприятия или завода выбирался с учётом характерного суточного графика нагрузки.

Исходные данные: практическая работа № 1.

ЭП относятся ко второй категории.

2.1. Определяется расчётная номинальная мощность трансформатора

$$S_{\text{тр.расч.}} = \sum S_p / (n_{\text{тр}} * \beta_{\text{реком}})$$

где:

$S_{\text{тр.расч}}$ – расчётная номинальная мощность трансформатора, кВА;

$\sum S_p$ - максимальная полная нагрузка предприятия, кВА;

$n_{\text{тр}}$ - количество трансформаторов на подстанции, шт

$\beta_{\text{реком}}$ – Рекомендуемый коэффициент загрузки трансформаторов;

$$S_{\text{тр.расч.}} = 31,44 / (2 * 0,75) = 20,96 \text{ кВА}$$

2.2. Выбирается стандартная мощность трансформатора $S_{\text{тр. ном}} = 16 \text{ кВА}$.

Рекомендуется в зависимости от расчётной номинальной мощности трансформатора $S_{\text{тр.расч}}$ предварительно выбирать мощность трансформатора стандартной мощности $S_{\text{тр.ном}}$ меньше чем $S_{\text{тр.расч}}$, а затем больше чем $S_{\text{тр.расч}}$.

2.3. Проверяем работу трансформатора в послеаварийном режиме при выводе одного трансформатора в ремонт для двухтрансформаторных подстанций. При проверке работы трансформатора двухтрансформаторной подстанции в послеаварийном режиме должно выполняться условие:

$$1,4 * S_{\text{тр. ном.}} \geq 0,75 * \sum S_p$$

где:

1,4 – коэффициент, учитывающий максимально возможную перегрузку трансформатора в послеаварийном режиме двухтрансформаторной подстанции;

$S_{\text{тр. ном}}$ – предварительно выбранная номинальная мощность трансформатора выбранная из стандартного ряда, кВА;

$\sum S_p$ - максимальная полная нагрузка предприятия, кВА;

0,75 – коэффициент, учитывающий отключение неответственных потребителей в период послеаварийной перегрузки.

Если трансформатор не проходит по данному условию, то рекомендуется выбрать трансформатор большей стандартной мощности и произвести проверку повторно.

$$1,4 \cdot 16 \geq 0,75 \cdot 31,44$$

$$22,4 \geq 23,58 - \text{условие не выполняется}$$

$$1,4 \cdot 25 \geq 0,75 \cdot 31,44$$

$$35 \geq 23,58 - \text{условие выполняется}$$

2.4. Проверяем фактический коэффициент загрузки трансформатора в нормальном режиме работы.

$$\beta_{\text{факт}} = \sum S_p / (n_{\text{тр}} \cdot S_{\text{тр. ном}})$$

где:

$\beta_{\text{факт}}$ – фактический коэффициент загрузки трансформатора, который зависит от количества трансформаторов на подстанции, категории электроснабжения потребителей, а также от характера нагрузки;

$$\beta_{\text{факт}} = 31,44 / (2 \cdot 25) = 0,63$$

Если трансформатор не проходит по данному условию, то рекомендуется выбрать трансформатор большей стандартной мощности и произвести проверку повторно.

$$\beta_{\text{факт.табл.}} = 0,6 \div 0,8; \text{ то условие выполняется}$$

2.5. Составляется таблица каталожных параметров выбранного трансформатора.

Тип, марка	Мощность S _{ном} , кВА	Напряжение на сторонах, U, кВ		Потери трансформатора, кВт		U _{кз} , %	I _{хх} , %
		ВН	НН	P _{хх}	P _{кз}		
ТМ-25/10	25	10	0,4	0,13	0,69	4,7	3,2