

- На подстанции параллельно работают три трехфазных силовых трансформатора следующих номинальных мощностей и напряжений короткого замыкания:  $S_{Н1} = 1000 \text{ кВА}$ ,  $U_{к1} = 6,3\%$ ;  $S_{Н2} = 1800 \text{ кВА}$ ,  $U_{к2} = 6,65\%$ ;  $S_{Н3} = 2200 \text{ кВА}$ ,  $U_{к3} = 6,3\%$ . Определить: а) какой из трех трансформаторов будет перегружен и на какой процент; б) какова будет общая нагрузка трех трансформаторов при снижении нагрузки трансформатора на этот процент. Расчет нагрузки каждого трансформатора

произвести по формуле 
$$S_x = \frac{\sum S}{U_{кx} \sum \frac{S_{кx}}{U_{кx}}} \cdot S_{кx} \quad \text{¶}$$

**Решение.** По (2.11) определим

$$\sum (S_{ном x} / u_{кx}) = 1000/6,5 + 1800/6,65 + 2200/6,3 = 775 .$$

По (2.10) определим нагрузку каждого трансформатора:

$$S_I = 5000 \cdot 1000 / (6,5 \cdot 775) = 995 \text{ кВ} \cdot \text{А};$$

$$S_{II} = 5000 \cdot 1800 / (6,65 \cdot 775) = 1755 \text{ кВ} \cdot \text{А};$$

$$S_{III} = 5000 \cdot 2200 / (6,3 \cdot 775) = 2250 \text{ кВ} \cdot \text{А},$$

т. е. третий трансформатор оказался перегруженным на

$$[(2250 - 2200) / 2200] 100 = 2,3\% .$$

Для устранения этой перегрузки следует снизить внешнюю нагрузку трансформаторов на 2,3%, т. е. уменьшить ее до  $S' = S - 2,3S/100 = 5000 - 2,3 \cdot 5000/100 = 4885 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ .

В этом случае суммарная мощность трансформаторов будет использована лишь на 97,7%.

→ Для узла В провести расчет нагрузки предприятия методом коэффициента спроса. При расчете нагрузки учесть освещение цехов (Сведения об электрических нагрузках ремонтно-механического завода узла В)

№	Наименование цеха	$K_c$	$\cos(\varphi)$	Площадь цеха, $m^2$	Установленная мощность, кВт
1	инструментальный	0,7	0,8	12000	700

Определение расчетных нагрузок завода по установленной мощности и коэффициенту спроса

№ по ген. плану	Наименование потребителя	Силовая нагрузка					Осветительная нагрузка					Силовая и осветительная нагрузка		
		$P_{\Sigma}$ , кВт	$K_c$	$\frac{\cos \varphi}{\text{tg} \varphi}$	$P_p$ , кВт	$Q_p$ , квар	$F_c$ , $m^2$	$P_{уд0}$ , кВт/ $m^2$	$P_{\Sigma 0}$ , кВт	$K_{c0}$	$P_{p0}$ , кВт	$P_p + P_{p0}$ , кВт	$Q_p$ , квар	$S_p$ , кВт·А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Потребители энергии 0,38 кВ														
1	Инструментальный цех	700	0,7	0,8/ 0,75	490	367,5	12000	0,015	180	0,95	171	661	367,5	756,29
2	Термический цех	900	0,6	0,8/ 0,75	540	404	12000	0,013	156	0,95	148	688	404	795
3	Литейный цех	2800	0,6	0,8/ 0,75	1680	1260	7000	0,012	84	0,95	80	1760	1260	2140
4	Насосная	400	0,7	0,8/ 0,75	280	210	900	0,012	10,8	0,85	9,2	289,2	210	357
5	Компрессорная	300	0,5	0,7/ 1,02	150	156	2700	0,012	32,4	0,85	27,5	177,5	156	238
6	Электроцех	500	0,5	0,8/ 0,75	250	187	2000	0,012	24	0,85	20,4	270,4	187	328
7	Склад готовой продукции	135	0,3	0,61/ 1,3	40,5	58,5	12000	0,005	60	0,6	36	76,5	58,5	96,2
8	Сборочный цех	1700	0,7	0,8/ 0,75	1190	890	32000	0,012	384	0,95	364,8	1554,8	890	1780
9	Заводоуправление	90	0,8	0,8/ 0,75	72	54	4500	0,019	85,5	0,8	68,4	140,4	54	151
	Итого по 0,38 кВ	7525			4692,5	3586,5			1016,7		925,3	5617,8	3586,5	6665

# Практическое задание

- Паспортные данные электродвигателя постоянного тока параллельного возбуждения:

тип двигателя 2ПФ315L

$$P_{\text{НОМ}} = 2,4 \text{ кВт}$$

$$U_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$$

$$n_{\text{НОМ}} = 1500 \text{ об/мин}$$

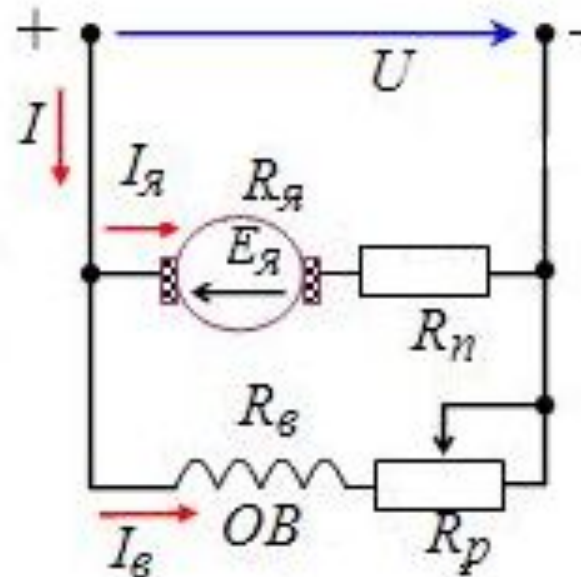
$$\eta_{\text{НОМ}} = 80,8\%$$

$$R_{\text{я}} = 0,83 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{в}} = 440 \text{ Ом}$$

Электродвигатель работает с ном  
возбуждения.

Рассчитать и построить естественную механическую характеристику двигателя. Определить частоту вращения его при моменте на валу, равном  $0,5M_{\text{НОМ}}$ .



# 1. Расчет и построение естественной механической характеристики

Номинальная мощность, потребляемая из сети

$$P_{1\text{НОМ}} = P_{\text{НОМ}} / \eta_{\text{НОМ}} = 2400 / 0,808 = 2970 \text{ Вт}$$

Номинальный момент

$$M_{\text{НОМ}} = 9,555 \frac{P_{\text{НОМ}}}{n_{\text{НОМ}}} = 9,555 \frac{2400}{1500} = 15,29 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Номинальный ток, потребляемый из сети

$$I_{\text{НОМ}} = P_{1\text{НОМ}} / U_{\text{НОМ}} = 2970 / 220 = 13,5 \text{ А}$$

Номинальный ток возбуждения

$$I_{\text{В НОМ}} = U_{\text{НОМ}} / R_{\text{В}} = 220 / 440 = 0,5 \text{ А}$$

Номинальный ток якоря

$$I_{\text{Я НОМ}} = I_{\text{НОМ}} - I_{\text{В НОМ}} = 13,5 - 0,5 = 13 \text{ А}$$

Номинальная противо-ЭДС

$$E_{\text{НОМ}} = U_{\text{НОМ}} - R_{\text{Я}} I_{\text{Я НОМ}} = 220 - 0,83 \cdot 13 = 209,2 \text{ В}$$

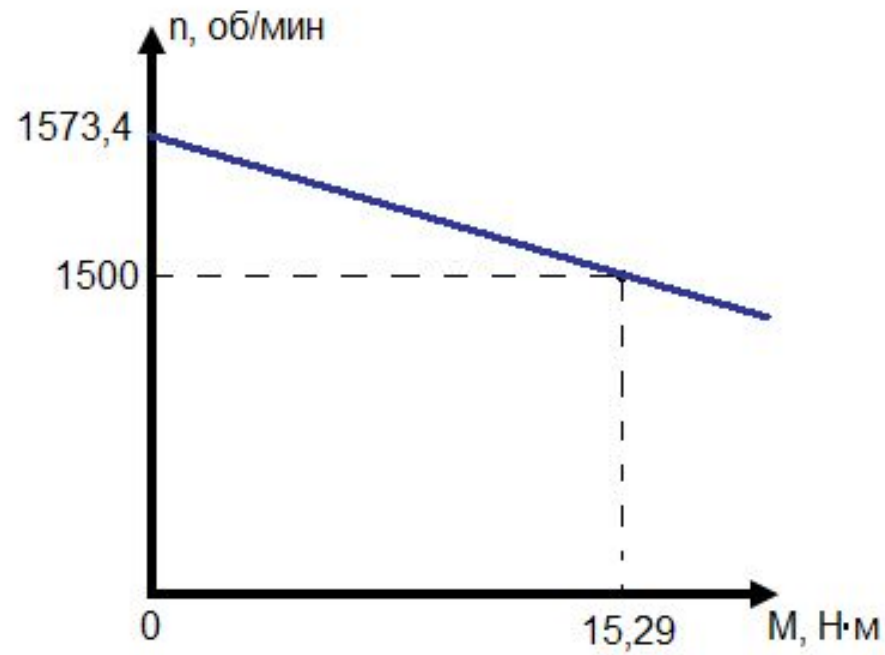
Механическая характеристика  $n(M)$  – прямая линия, ее можно построить по двум точкам:

точке, характеризующей режим идеального холостого хода, с координатами  $n_x, M=0$

и точке номинального режима с координатами  $n_{\text{НОМ}}=1500$  об/мин,  $M_{\text{НОМ}}=15,29$  Н·м.

Из четырех точек неизвестна  $n_x$ .

$$n_x = n_{\text{НОМ}} \frac{U_{\text{НОМ}}}{U_{\text{НОМ}} - R_{\text{я}} I_{\text{яНОМ}}} = 1500 \frac{220}{220 - 0,83 \cdot 13} = 1573,4 \text{ об/мин}$$



Частота вращения ротора при моменте на валу, равном  $0,5M_{\text{НОМ}}$

$$n(0,5 M_{\text{НОМ}}) = (n_x + n_{\text{НОМ}}) / 2 = (1573,4 + 1500) / 2 = 1536,7 \text{ об/мин}$$



3. Определить число и номинальную мощность трансформаторов для трансформаторной подстанции 10 кВ, питающей нагрузку  $S_p = 558$  кВА. Данная нагрузка включает в себя:

- потребителей 1 категории надежности,  $P_1 = 340$  кВт,  $\cos\varphi_1 = 0,8$ , график работы – 24 часов в сутки;
- потребителей 3 категории надежности  $P_2 = 100$  кВт,  $\cos\varphi_2 = 0,75$ , график работы – 24 часов в сутки.

Обосновать выбор проверкой коэффициента загрузки трансформаторов подстанции в нормальном и аварийном режимах.

При выборе мощности трансформаторов использовать следующий ряд номинальных мощностей, кВА: 25, 40, 63, 100, 160, 250, 320, 400, 630, 1000, 1600, 2500, 3200, 4000, 6300, 10000, 16000.

Для выбора силовых трансформаторов рассчитывается их требуемая мощность:

$$S_{\text{треб}} = \frac{S_{\text{сМ}}}{K_3 \cdot n_{\text{тр}}} \text{ (кВА)}, \text{ при этом } S_{\text{т.ном}} \geq S_{\text{треб}}$$

$$S_{\text{треб}} = \frac{558}{0,7 \cdot 2} = 398,6$$

где  $S_{\text{сМ}}$  – расчётная мощность на участке,  $n_{\text{тр}}$  – количество трансформаторов;

$K_3 = 0,65 - 0,7$  – коэффициент загрузки при преобладании нагрузки 1

категории

Для выбранных трансформаторов рассчитываются коэффициенты загрузки:

→ в нормальном режиме

$$k_{з} = \frac{S_M}{n_T S_{ном.Т}}$$

→ в послеаварийном режиме

$$k_{з.ав} = \frac{S_M}{(n_T - 1) S_{ном.Т}}$$

→ где  $S_{Т,ном}$  — номинальная мощность трансформатора

Заполняем таблицу:

Таблица — Выбор силовых трансформаторов

Наименование ПС	$S_M$ кВА	$S_{треб}$ кВА	$S_{Т,ном}$ кВА	$n_{Тр}$	$k_{з}$	$k_{з.ав}$
ГПП	558	398,6	400	2	0,698	1,133



