- На подстанции параллельно работают три трехфазных силовых трансформатора следующих номинальных мощностей и напряжений короткого замыкания: $S_{н1}$=1000 кВА, $U_{к1}$=6,3%; $S_{н2}$=1800 кВА, $U_{к2}$=6,65%; $S_{н3}$=2200 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 $S_x = \frac{\sum S}{U_{кх} \sum \frac{S_{нх}}{U_{кх}}} \cdot S_{нх}$ ¶

Решение. По (2.11) определим

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

По (2.10) определим нагрузку каждого трансформатора:

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

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

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

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 $S' = S - 2{,}3S/100 = 5000 - -2{,}3 \cdot 5000/100 = 4885$ кВ·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	$к_с$	cos(φ)	Площадь цеха, м²	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		
		$P_м$, кВт	K_c	$\frac{\cos\varphi}{tg\varphi}$	$P_р$, кВт	$Q_р$, квар	F, м²	$P_{уд.о}$, кВт/м²	$P_{м.о}$, кВт	$K_{с.о}$	$P_{р.о}$, кВт	$P_р + P_{р.о}$, кВт	$Q_р$, квар	$S_р$, кВ·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	061/1,3	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

$P_{ном}$=2,4 кВт

$U_{ном}$=220В

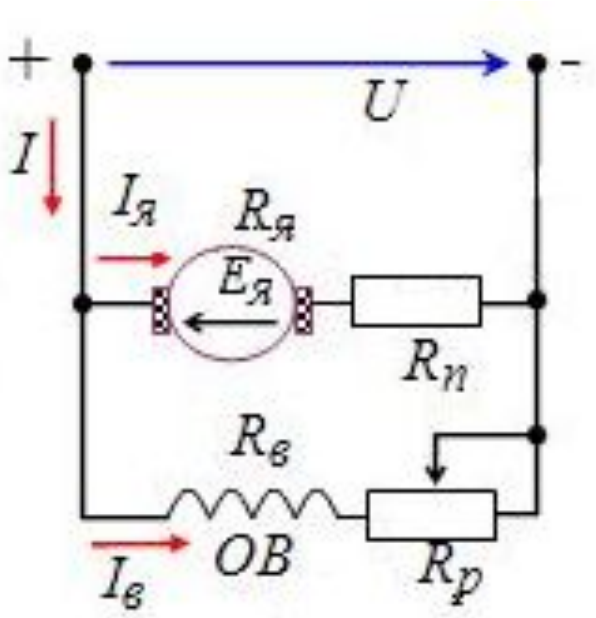
$n_{ном}$=1500 об/мин

$\eta_{ном}$=80,8%

$R_я$=0,83 Ом

$R_в$=440 Ом

Электродвигатель работает с ном возбуждения.



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

1. Расчет и построение естественной механической характеристики

Номинальная мощность, потребляемая из сети

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

Номинальный момент

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

Номинальный ток, потребляемый из сети

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

Номинальный ток возбуждения

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

Номинальный ток якоря

$$I_{я\ ном}=I_{ном}-I_{в\ ном}=13{,}5-0{,}5=13 \text{ А}$$

Номинальная противо-ЭДС

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

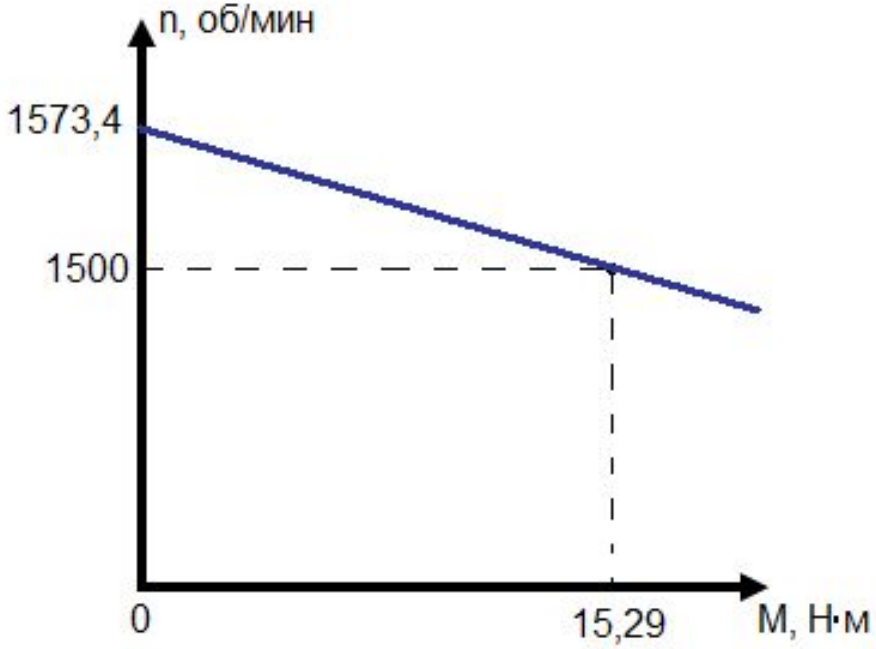
Механическая характеристика n(M) – прямая линия, ее можно построить по двум точкам:

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

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

Из четырех точек неизвестна n_x.

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



Частота вращения ротора при моменте на валу, равном $0,5M_{ном}$

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

3. Определить число и номинальную мощность трансформаторов для трансформаторной подстанции 10 кВ, питающей нагрузку $S_р$ = 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:

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

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

где $S_{см}$ – расчётная мощность на участке, $n_{тр}$ – количество трансформаторов,

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

Для выбранных трансформаторов рассчитываются коэффициенты загрузки:

– в нормальном режиме

$$k_з = \frac{S_м}{n_т S_{ном.т}},$$

– в послеаварийном режиме

$$k_{з.ав} = \frac{S_м}{(n_т - 1) S_{ном.т}}.$$

где $S_{т.ном}$ – номинальная мощность трансформатора

Заполняем таблицу:

Таблица – Выбор силовых трансформаторов

Наименование ПС	$S_{см}$ кВА	$S_{треб}$ кВА	$S_{т.ном}$ кВА	$n_{тр}$	$k_з$	$k_{зав}$
ГПП	558	398,6	400	2	0.698	1,133