

ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Задание 1

Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения имеет номинальные данные: мощность P_N , напряжение U_N , частоту вращения n_N , коэффициент полезного действия, сопротивление обмотки R_N и обмотки возбуждения R_B при температуре 20°C .

Исходные данные определите по таблице 1.

Определить: ток двигателя, ток якоря, ток возбуждения, вращающий момент на валу при номинальной нагрузке, пусковой ток при отсутствии пускового реостата в цепи якоря, сопротивление пускового реостата для ограничения пускового тока до двойного номинального, частоту вращения ротора в режиме холостого хода n_0 , построить механическую характеристику двигателя, начертить электрическую схему двигателя.

Методические указания

1. Сопротивления обмоток привести к рабочей температуре двигателя по формуле:

$$R_2 = R_1 [1 + \tau(t_2 - t_1)] ;$$

где R_1 – сопротивление при температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$ (Ом);

R_2 – сопротивление при температуре t_2 (Ом)

τ – температурный коэффициент сопротивления, для технической меди $\tau = 0,004$

t_2 – рабочая температура (для изоляции класса В – 75°C)

2. Переходным сопротивлением в контакте щеток пренебречь.

3. При построении механической характеристики влиянием реакции якоря пренебречь и принять $\Psi = \text{Const}$.

При определении частоты вращения в режиме холостого хода величину n_0 определить из номинального режима по формуле:

$$n_0 = \frac{n_N \cdot U_N}{U_N - I_{яN} \cdot R_{я}}$$

где: n_N – номинальная частота вращения, об/мин.

U_N – номинальная напряжения, В.

$I_{яN}$ – номинальный ток якоря.

$R_{я}$ – сопротивление якоря при рабочей температуре, Ом.

У двигателя параллельного возбуждения обмотка возбуждения соединяется параллельно с обмоткой якоря, поэтому ток нагрузки двигателя $I_N = I_{яN} + I_B$

где: I_B – ток обмотки возбуждения, А.

$I_{я}$ – ток якоря, А.

$$I_{я} = \frac{U_N}{R_{я}}$$

Величина момента может быть определена по формуле:

$$M_H = 9,55 \times \frac{P_H}{n_H} \text{ н.м.}$$

где: P_H – полезная мощность двигателя (мощность на валу), Вт
 n_H – частота вращения при номинальной нагрузке, об/мин.

Мощность, потребляемая двигателем из сети P_H больше полезной мощности на валу на величину потерь в двигателе и может быть определена по формуле:

$$P_H = \frac{P_H}{\eta} \times 100$$

где: η – коэффициент полезного действия в %.

Ток, потребляемый двигателем из сети можно определить по формуле:

$$I_H = \frac{P_H}{U_H} = \frac{P_H}{\eta U_H}$$

В момент пуска двигателя против ЭДС равна нулю, пусковой ток может достичь очень больших значений и определяется по формуле:

$$I_n = \frac{U_H}{R_{\Sigma}}$$

Для ограничения пускового тока в цепь якоря последовательно включают дополнительное сопротивление - пусковой реостат, тогда пусковой ток определяется

по формуле:

$$I_n = \frac{U_H}{R_{\Sigma} + R_{\text{пр}}}$$

где: $R_{\text{пр}}$ – сопротивление пускового реостата, Ом

Таблица 1

Тип двигателя	P_H ,квт	U_H ,В	n_H об/мин	Класс изоляции	КПД,%	R_{Σ} Ом	R_B Ом
П-82	42	220	1500	F	87,5	0,03	70

Задание 2

Решите задачу, исходные данные определите по таблице 2.

Для трехфазного понижающего трансформатора с паспортными данными, приведенными в таблице 2, определить: номинальные токи первичной и вторичной обмоток, коэффициент трансформации, коэффициент полезного действия активно-индуктивной нагрузке ($\cos \varphi = 0,8$) и коэффициенте $B = 0,25; 0,5; 0,75; 1,0$.

Рассчитать и построить внешние характеристики трансформатора при активности активно-индуктивной ($\cos \varphi = 0,8$) нагрузке.

Определить параметры и построить схему замещения.

Методические указания

1. Необходимо помнить, что в паспортных данных номинальная мощность и потери холостого хода P_0 , потери короткого замыкания P_K указаны за трех фаз.

2. U_1 и U_2 -номинальные (линейные) напряжения обмоток трансформатора коэффициент трансформации определяется по значениям фазных напряжений.

3. Под номинальными токами понимаются токи.

4. Значения коэффициента полезного действия необходимо определять точно до третьего знака

Основными параметрами трансформатора являются:

1. S_H – номинальная мощность. Это полная мощность в кВА, отдаваемая вторичной обмоткой при условии, что нагревание изоляции обмоток не выйдет за допустимые пределы;

2. U_{1H} – номинальное первичное напряжение, кВ;

3. U_{2H} – номинальное вторичное напряжение, кВ;

U_{2H} – это напряжение на зажимах вторичной обмотки трансформатора при холостом ходе и номинальном первичном напряжении. При нагрузке, вторичное напряжение U_2 снижается из-за его потери в трансформаторе.

4. I_{1H} и I_{2H} – номинальные токи. Это токи, вычисленные по номинальной мощности и номинальным напряжениям обмоток.

Для трехфазного трансформатора

$$I_{1H} = \frac{S_H}{\sqrt{3} \times U_{1H}};$$

$$I_{2H} = \frac{S_H}{\sqrt{3} \times U_{2H}}$$

Соотношение фазных и линейных напряжений и токов зависит от схемы соединения обмоток трансформатора:

При соединении звездой:

$$U_{\phi} = \frac{U_L}{\sqrt{3}};$$

$$I_{\phi} = I_L$$

При соединении треугольником:

$$U_{\phi} = U_L$$

$$I_{\phi} = I_L / \sqrt{3}$$

Изменение вторичного напряжения трансформатора в % при любой нагрузке определяется по формуле:

$$\Delta U = B(U_{K\Delta} \cdot \cos \varphi + U_{KP} \cdot \sin \varphi), \%$$

Величина активной и реактивной составляющих напряжения короткого замыкания определяются по формулам

$$U_{KO} = \frac{P_K}{S_H} \times 100\%;$$

$$U_{KP} = \sqrt{U_K^2 - U_{KO}^2}$$

Для построения внешней характеристики определяем изменение вторичного напряжения в вольтах:

$$\Delta U = \frac{U_{2H}}{100\%} \times U(\%), B$$

Тогда вторичное напряжение равно:

$$U_2 = U_{2H} - \Delta U, B$$

Внешняя характеристика – это зависимость вторичного напряжения от нагрузки:
 $U_2 = f(B)$

Коэффициент полезного действия при любой нагрузке определяется по формуле:

$$\eta = 1 - \frac{P_0 + \beta P_K}{\beta S_H \cdot \cos \varphi + P_0 + \beta P_K}$$

где: β – коэффициент нагрузки;

P_0 – потери х.х., Вт;

P_K - потери к.з., Вт;
 S_H - номинальная мощность, ВА

Схема замещения строится на фазу. Параметры схемы замещения трансформатора определяются по фазным значениям всех параметров трансформатора.

$$P_{o\phi} = \frac{P_o}{3};$$

$$P_{K\phi} = \frac{P_K}{3}$$

Значения тока холостого хода следует перевести в А, а напряжения короткого замыкания в В.

Тогда:

$$I_{O(A)} = \frac{I_{1\phi}}{100} \times I_o(\%);$$

$$U_{K(A)} = \frac{U_{1\phi}}{100} \times U_K(\%);$$

$$Z_o = \frac{U_{1\phi}}{I_{O(A)}};$$

$$R_o = \frac{P_{o\phi}}{I_o^2(A)};$$

$$X_o = \sqrt{Z_o^2 - R_o^2};$$

$$R_K = \frac{P_{K\phi}}{I_{1\phi}^2};$$

$$X_K = \sqrt{Z_K^2 - R_K^2};$$

$$X_1 = X_2 = \frac{X_K}{2}.$$

Нагрузка между параллельно включенными трансформаторами (при соблюдении условий параллельной работы) распределяется обратно пропорционально их напряжениям короткого замыкания

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{U_{K2}}{U_{K1}} \times \frac{S_{H1}}{S_{H2}}$$

Приняв в задании для трансформатора с меньшей величиной U_K нагрузку, соответствующую его номинальной мощности, можно определить допустимую нагрузку второго трансформатора.

Таблица 2

Тип трансформатора	S_H кВА	U_1 кВ	U_2 кВ	Схема и группа соединения	Потери		U_K %	I_o %
					х.х. P_o Вт	к.з. P_K Вт		
2	3	4	5	6	7	8	9	10
ТМ-25/6-65	25	6	0,23	Y/Y-0	125	600	4,5	3,2

Задание 3

Решите задачу; исходные данные определите по таблице 3.

Два трансформатора соединены параллельно. Определить общую нагрузку трансформаторов так, чтобы наиболее нагруженный трансформатор работал в номинальном режиме.

Таблица 3

$S_{1н}$ кВа	40
$U_{1к}$ %	4,5
$S_{2н}$ кВа	63
$U_{2к}$ %	5,1

Задание 4.

Дайте ответы на следующие вопросы, приведя необходимые формулы, графики, схемы.

Вопросы:

1. Опишите принцип действия и устройство асинхронного двигателя.
2. Опишите режимы работы асинхронной машины.
3. Какие виды потерь имеются в асинхронном двигателе?
4. Объясните, как влияют на вид механической характеристики асинхронного двигателя изменение напряжения сети и активного сопротивления обмотки ротора.
5. Опишите пуск асинхронного двигателя с фазным ротором, его достоинство и недостатки.
6. Опишите способы пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором
7. Опишите способы улучшения пусковых свойств асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором.
8. Опишите как производится регулировка частоты вращения ротора асинхронного двигателя изменением скольжения