

Потери и КПД асинхронных двигателей

Задача 3.6. Трехфазный асинхронный двигатель включен в сеть напряжением 380 В, частотой 50 Гц, обмотка статора соединена «звездой». Статический нагрузочный момент на валу двигателя M_c , полезная мощность двигателя $P_{ном}$, потребляемая из сети мощность $P_{1ном}$, КПД $\eta_{ном}$, коэффициент мощности $\cos \varphi_1$, величина тока в фазной обмотке статора $I_{1ном}$, число полюсов $2p$, скольжение $s_{ном}$. Некоторые из перечисленных параметров указаны в табл. 3.7. Требуется определить значения недостающих параметров.

Таблица 3.7

Параметр	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
$P_{ном}$, кВт	—	12	—	15	22	—
$F_{1ном}$, кВт	—	14,6	—	—	27,8	35
$\eta_{ном}$, %	82	—	85	89	—	90
$\cos \varphi_1$	0,80	0,78	0,80	—	0,78	—
$I_{1ном}$, А	—	—	18	30	—	62
M_c , Н · м	180	—	105	—	145	—
$s_{ном}$, %	4	3,5	—	3	—	3
$2p$	6	4	—	4	4	6

Решение варианта 1.

1. Номинальная частота вращения

$$n_{ном} = n_1(1 - s_{ном}) = 1000(1 - 0,04) = 960 \text{ об/мин.}$$

2. Полезная мощность двигателя

$$P_{ном} = 0,105 M_c n_{ном} = 0,105 \cdot 180 \cdot 960 = 18\,144 \text{ Вт.}$$

3. Потребляемая двигателем мощность

$$P_{1ном} = P_{ном} / \eta_{ном} = 18\,144 / 0,82 = 22\,126 \text{ Вт.}$$

4. Потребляемый двигателем ток статора

$$I_{1ном} = P_{1ном} / (m_1 U_1 \cos \varphi_1) = 22\,126 / (3 \cdot 220 \cdot 0,8) = 41,9 \text{ А.}$$

Задача 3.7. Трехфазный асинхронный двигатель с числом полюсов $2p = 4$ включен в сеть напряжением 380 В, частотой 50 Гц при соединении обмотки статора «треугольником». В табл. 3.8 приведе-

Таблица 3.8

Параметр	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{\text{ном}}$, кВт	3,0	4,0	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37
$\eta_{\text{ном}}$	81,5	82	85	85,5	86	87,5	88	90	90,5	91
$s_{\text{ном}}$, %	5,5	5,0	4,0	3,3	3,0	3,0	2,7	2,5	2,3	2,0
$\cos\varphi_1$	0,76	0,80	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,89	0,90	0,90

ны параметры двигателя, соответствующие его номинальной нагрузке: мощность двигателя $P_{\text{ном}}$, КПД $\eta_{\text{ном}}$, коэффициент мощности $\cos\varphi_1$. При нагрузке $P_2 = 0,85P_{\text{ном}}$ КПД двигателя имеет наибольшее значение $\eta_{\text{max}} = 1,03\eta_{\text{ном}}$. Необходимо определить все остальные виды потерь двигателя для режима номинальной нагрузки.

Решение варианта 1.

1. Наибольшее значение КПД

$$\eta_{\text{max}} = 1,03\eta_{\text{ном}} = 1,03 \cdot 0,81 = 0,834 \text{ \%}.$$

2. Нагрузка двигателя при этом КПД

$$P_2 = 0,85P_{\text{ном}} = 0,85 \cdot 3 = 2,55 \text{ кВт}.$$

3. Потребляемая мощность при η_{max}

$$P_1 = P_2/\eta_{\text{max}} = 2,55/0,834 = 3,06 \text{ кВт}.$$

4. Суммарные потери при η_{max}

$$\sum P = P_1 - P_2 = 3,06 - 2,55 = 0,57 \text{ кВт}.$$

5. Постоянные потери двигателя

$$P_{\text{пост}} = P_{\text{м}} + P_{\text{мех}} = 0,5\sum P = 0,5 \cdot 570 = 285 \text{ Вт}.$$

6. Потребляемая мощность в номинальном режиме

$$P_{1\text{ном}} = P_{\text{ном}}/\eta_{\text{ном}} = 3,0/0,81 = 3,7 \text{ кВт}.$$

7. Суммарные потери в номинальном режиме

$$\sum P_{\text{ном}} = P_{1\text{ном}} - P_{\text{ном}} = 3,7 - 3,0 = 0,7 \text{ кВт} = 700 \text{ Вт}.$$

8. Переменные потери в номинальном режиме

$$P_{\text{пер}} = P_{\text{э}} + P_{\text{доб}} = \sum P_{\text{ном}} - P_{\text{пост}} = 700 - 285 = 415 \text{ Вт}.$$

9. Момент в режиме холостого хода

$$M_0 = 9,55P_{\text{пост}}/n_1 = 9,55 \cdot 285/1500 = 1,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

10. Номинальная частота вращения

$$n_{\text{ном}} = n_1(1 - s_{\text{ном}}) = 1500(1 - 0,055) = 1417 \text{ об/мин.}$$

11. Полезный момент на валу двигателя при номинальной нагрузке

$$M_2 = 9,55 P_{\text{ном}} / n_{\text{ном}} = 9,55 \cdot 3000 / 1417 = 20,2 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

12. Электромагнитный момент при номинальной нагрузке

$$M_{\text{ном}} = M_2 + M_0 = 20,2 + 1,8 = 22 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

13. Номинальное значение электромагнитной мощности

$$P_{\text{эм}} = 0,105 M_{\text{ном}} n_1 = 0,105 \cdot 22 \cdot 1500 = 3465 \text{ Вт.}$$

14. Электрические потери в обмотке ротора

$$P_{\text{э2}} = s_{\text{ном}} P_{\text{эм}} = 0,055 \cdot 3465 = 190 \text{ Вт.}$$

15. Добавочные потери

$$P_{\text{доб}} = 0,005 P_{\text{ном}} = 0,005 \cdot 3700 = 18 \text{ Вт.}$$

16. Электрические потери в номинальном режиме

$$P_{\text{э}} = P_{\text{пер}} - P_{\text{доб}} = 415 - 18 = 397 \text{ Вт,}$$

17. Электрические потери в обмотке статора

$$P_{\text{э1}} = P_{\text{э}} - P_{\text{э2}} = 397 - 190 = 207 \text{ Вт.}$$

18. Проверка:

$$\begin{aligned} \sum P_{\text{ном}} &= P_{\text{пост}} + P_{\text{э1}} + P_{\text{э2}} + P_{\text{доб}} = 285 + 207 + 190 + 18 = \\ &= 700 \text{ Вт (см. п. 7).} \end{aligned}$$