

#### 4 РАСЧЕТ МАГНИТНОЙ ЦЕПИ АСИНХРОННОЙ МАШИНЫ

71. Марку стали магнитопровода принимаем согласно рекомендациям таблицы П.14: сталь марки 2013.

72. Коэффициент  $\gamma_1$  для расчёта магнитного напряжения воздушного зазора:

$$\gamma_1 = \frac{\left(\frac{b_{ш1}}{\delta}\right)^2}{5 + \frac{b_{ш1}}{\delta}} = \frac{\left(\frac{4}{0.6}\right)^2}{5 + \frac{4}{0.6}} = 3.8.$$

73. Коэффициент  $k_\delta$  для расчёта магнитного напряжения воздушного зазора:

$$k_\delta = \frac{t_{z1}}{t_{z1} - \gamma_1 \cdot \delta} = \frac{16}{16 - 3.8 \cdot 0.6} = 1.166.$$

74. Магнитное напряжение воздушного зазора:

$$F_\delta = \frac{2}{\mu_0} \cdot B_\delta \cdot \delta \cdot k_\delta = \frac{2}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} \cdot 0.759 \cdot 0.6 \cdot 1.166 = 844.9 \text{ А},$$

где  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м} = 4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м} = 12,56 \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$  – магнитная проницаемость (стр. 28).

75. Расчётная высота зубца статора по (4.4):

$$h_{z1} = h_{n1} = 25.1 \text{ мм.}$$

76. Расчётная индукция в зубцах статора:

$$B_{z1} = \frac{B_\delta \cdot t_{z1} \cdot l_\delta}{b_{z1} \cdot l_{CT1} \cdot k_c} = \frac{0.759 \cdot 16 \cdot 0.09}{6.3 \cdot 0.09 \cdot 0.97} = 1.986 \text{ Тл.}$$

Так как расчётная индукция  $B_{z1} = 1,986 \text{ Тл} > 1.8 \text{ Тл}$ , необходимо учесть ответвление потока в паз и найти действительную индукцию в зубце статора  $B_{z1}$  (рекомендации на стр. 29-30). Для этого:

-найдем коэффициент, определяющий отношение площадей поперечных сечений паза и зубца на высоте  $h_{z1}$

					КР.1-43.01.03.22с.15 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб.	Кощенко				Расчет магнитной цепи асинхронной машины	Лит	Лист
Пров.	Козлов						
Н. контр.						ГГТУ, гр. 3Э-22с	
Утв.							

$$k_{п1} = \frac{b_{п1} \cdot l_{\delta}}{b_{z1} \cdot l_{CT1} \cdot k_c} = \frac{12.95 \cdot 0.09}{6.3 \cdot 0.09 \cdot 0.97} = 2.119$$

где  $b_{п1} = \frac{b_1 + b_2}{2} = \frac{10.8 + 15.1}{2} = 12.95$  мм – средняя ширина паза статора;

- зададимся значением действительной индукции  $B_{z1} = 1,98$  Тл и определим по табл. П.17 напряженность магнитного поля в сечении зубца статора

$$H_{z1} = 2890 \text{ А/м},$$

- проверим выполнение условия

$$B_{z1} = B'_{z1} - \mu_0 \cdot H_{z1} \cdot k_{п1} = 1.986 - 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2890 \cdot 2.119 = 1.98,$$

или,  $1.98 = 1.98$  то есть условие выполняется.

Таким образом:

$$B_{z1} = 1,98 \text{ Тл};$$

$$H_{z1} = 2890 \text{ А/м}.$$

77. Магнитное напряжение зубцовой зоны статора:

$$F_{z1} = 2 \cdot h_{z1} \cdot H_{z1} = 2 \cdot 0.0251 \cdot 2890 = 145.208 \text{ А}.$$

78. Расчётная высота зубца ротора по (4.10):

$$h_{z2} = h_{z1} - 0.1 \cdot b_2 = 37.1 - 0.1 \cdot 2.4 = 36.9 \text{ мм}.$$

79. Расчётная индукция в зубцах ротора:

$$B'_{z1} = \frac{B_{\delta} \cdot t_{z2} \cdot l_{\delta}}{b_{z2} \cdot l_{CT2} \cdot k_c} = \frac{0.759 \cdot 20.0 \cdot 0.09}{8.2 \cdot 0.09 \cdot 0.97} = 1.908 \text{ Тл}.$$

Так как расчётная индукция  $B'_{z1} = 1,908$  Тл  $> 1.8$  Тл, необходимо учесть ответвление потока в паз и найти действительную индукцию в зубце статора

$B_{z1}$  (рекомендации на стр. 29-30). Для этого:

-найдем коэффициент, определяющий отношение площадей поперечных сечений паза и зубца на высоте  $h_{z1}$

$$k_{п2} = \frac{b_{п2} \cdot l_{\delta}}{b_{z2} \cdot l_{CT2} \cdot k_c} = \frac{6.3 \cdot 0.09}{8.2 \cdot 0.09 \cdot 0.97} = 0.792$$

где  $b_{п2} = \frac{b_1 + b_2}{2} = \frac{10.2 + 2.4}{2} = 6.3$  мм – средняя ширина паза статора;

- зададимся значением действительной индукции  $B_{z2} = 1,9$  Тл и определим по табл. П.17 напряженность магнитного поля в сечении зубца статора

					КР.1-43.01.03.22с.15 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

$$H_{z1} = 2070 \text{ А/м},$$

- проверим выполнение условия

$$B_{z2} = B'_{z2} - \mu_0 \cdot H_{z2} \cdot k_{п2} = 1.908 - 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2070 \cdot 0.792 = 1.9,$$

или,  $1.9 = 1.9$  то есть условие выполняется.

80. Таким образом:

$$B_{z1} = 1,9 \text{ Тл};$$

$$H_{z1} = 2070 \text{ А/м}.$$

81. Магнитное напряжение зубцовой зоны ротора:

$$F_{z2} = 2 \cdot h_{z2} \cdot H_{z2} = 2 \cdot 0.0369 \cdot 2070 = 152.766 \text{ А}.$$

82. Коэффициент насыщения зубцовой зоны:

$$k_z = 1 + \frac{F_{z1} + F_{z2}}{F_\delta} = 1 + \frac{145.208 + 152.766}{844.9} = 1.353.$$

Значение коэффициента насыщения зубцовой зоны  $k_z$  находится в пределах от 1,2 до 1,6, что предварительно говорит о правильности выбранных размерных соотношений и обмоточных данных АД (стр. 31).

83. Длина средней силовой линии магнитного поля в ярме статора:

$$L_a = \pi \cdot \frac{D_a - h_a}{2p} = \pi \cdot \frac{0.28 - 0.038}{2} = 0.38 \text{ м}.$$

84. Проектируемый АД имеет длину сердечника статора  $l_{CT1} = 0.09 \text{ м} < 300 \text{ мм}$ , поэтому вентиляционные каналы в статоре отсутствуют (стр. 31). В этом случае расчётная высота ярма статора:

$$h'_a = h_a - \frac{2}{3} d_{к1} \cdot m_{к1} = 0.0379 - \frac{2}{3} \cdot 0 \cdot 0 = 0.0379 \text{ м} = 37.9 \text{ мм}.$$

85. Индукция в ярме статора:

$$B_a = \frac{\Phi}{2 \cdot h'_a \cdot l_{CT1} \cdot k_c} = \frac{0.00105}{2 \cdot 0.00379 \cdot 0.09 \cdot 0.97} = 1.59 \text{ Тл}.$$

86. Напряжённость поля ярма статора при индукции  $B_a$  (табл. П.1.6):

$$H_a = 726 \text{ А/м}.$$

87. Магнитное напряжение ярма статора:

$$F_a = L_a \cdot H_a = 0.38 \cdot 726 = 276.116 \text{ А}.$$

					КР.1-43.01.03.22с.15 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

88. Сердечник ротора проектируемого АД является сердечником с непосредственной посадкой на вал. Определим значение следующего выражения и оценим выполнения условия (4.19):

$$0.75 \cdot \left( \frac{D_a}{2} - h_{n2} \right) = 0.75 \cdot \left( \frac{280}{2} - 37.1 \right) = 77.175 \text{ мм} > D_{\epsilon} = 64 \text{ мм.}$$

Поэтому для АД с  $2p=2$  расчётная высота ярма ротора определится по выражению (4.23):

$$h_j = \frac{D_2 - D_{\epsilon}}{2} - h_{n2} = \frac{152.8 - 64}{2} - 37.1 = 7.3 \text{ мм.}$$

$$\begin{aligned} h_j &= \frac{2+p}{3.2 \cdot p} \cdot \left( \frac{D_2}{2} - h_{n2} \right) - \frac{2}{3} d_{k1} \cdot m_{k1} = \frac{2+1}{3.2 \cdot 1} \cdot \left( \frac{152.8}{2} - 37.1 \right) - \frac{2}{3} 0 \cdot 0 \\ &= 36.84 \text{ мм.} \end{aligned}$$

89. Длина средней силовой линии магнитного поля в ярме ротора по (4.24):

$$L_j = 2 \cdot h_j = 2 \cdot 36.84 = 73.688 \text{ мм.}$$

90. Индукция в ярме ротора:

$$B_j = \frac{\Phi}{2 \cdot h_a \cdot l_{CT2} \cdot k_c} = \frac{0.00105}{2 \cdot 0.0036844 \cdot 0.09 \cdot 0.97} = 1.635 \text{ Тл.}$$

91. Напряжённость поля ярма ротора при индукции  $B_j$  (табл. П.1.6):

$$H_j = 883 \text{ А/м.}$$

92. Магнитное напряжение ярма ротора:

$$F_j = L_j \cdot H_j = 0.0073688 \cdot 883 = 65.066 \text{ А.}$$

93. Суммарное магнитное напряжение магнитной цепи на одну пару полюсов:

$$\begin{aligned} F_{\Sigma} &= F_{\delta} + F_{Z1} + F_{Z2} + F_a + F_j \\ &= 844.9 + 145.208 + 152.766 + 276.116 + 65.066 = 1484.056 \text{ А.} \end{aligned}$$

94. Коэффициент насыщения магнитной цепи:

$$k_{\mu} = \frac{F_{\Sigma}}{F_{\delta}} = \frac{1484.056}{844.9} = 1.756.$$

95. Намагничивающий ток АД:

$$I_{\mu} = \frac{p \cdot F_{\text{ц}}}{0.9 \cdot m_1 \cdot w_1 \cdot k_{\text{обм1}}} = \frac{1 \cdot 1484.056}{0.9 \cdot 3 \cdot 100 \cdot 0.928} = 5.921 \text{ A.}$$

96. Относительное значение намагничивающего тока:

$$I_{\mu}^* = \frac{I_{\mu}}{I_{1\text{ном}}} = \frac{5.921}{36.2} = 0.164.$$

					КР.1-43.01.03.22с.15 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		