

#### 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:

$$\gamma_1 = \frac{\left(\frac{b_{ш1}}{\delta}\right)^2}{5 + \frac{b_{ш1}}{\delta}} = \frac{\left(\frac{4,0}{1,0}\right)^2}{5 + \frac{4,0}{1,0}} = 1.8.$$

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

$$k_\delta = \frac{t_{z1}}{t_{z1} - \gamma_1 \cdot \delta} = \frac{17}{17 - 1.8 \cdot 1.0} = 1.118.$$

74. Магнитное напряжение воздушного зазора:

$$F_\delta = \frac{2}{\mu_0} \cdot B_\delta \delta \cdot k_\delta = \frac{2}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} \cdot 0.71 \cdot 1.0 \cdot 1.118 = 1212 \text{ А},$$

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):

$$h_{z1} = h_{n1} = 33.3 \text{ мм.}$$

76. Расчётная индукция в зубцах статора:

$$B_{z1} = \frac{B_\delta \cdot t_{z1} \cdot l_\delta}{b_{z1} \cdot l_{CT1} \cdot k_c} = \frac{0.71 \cdot 17 \cdot 0.133}{6.84 \cdot 0.133 \cdot 0.97} = 1.745 \text{ Тл.}$$

Так как расчётная индукция  $B_{z1} = 1,745 \text{ Тл} < 1.8 \text{ Тл}$ , то нет необходимости учесть ответвление потока в паз и найти действительную индукцию в зубце статора  $B_{z1}$  (рекомендации на стр. 29-30).

Таким образом:

$$B_{z1} = 1.745 \text{ Тл};$$

$$H_{z1} = 1310 \text{ А/м.}$$

					<b>КР.1-43.01.03.22с.09 ПЗ</b>		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб.	Гулевич				Расчет магнитной цепи асинхронной машины	Лит	Лист
Пров.	Козлов						
Н. контр.						<b>ГГТУ, гр. 3Э-22с</b>	
Утв.							

77. Магнитное напряжение зубцовой зоны статора:

$$F_{z1} = 2 \cdot h_{z1} \cdot H_{z1} = 2 \cdot 0.0333 \cdot 1310 = 87.351 \text{ А.}$$

78. Расчётная высота зубца ротора по (4.10):

$$h_{z2} = h_{z1} - 0.1 \cdot b_2 = 29.2 - 0.1 \cdot 4.6 = 28.7 \text{ мм.}$$

79. Расчётная индукция в зубцах ротора:

$$B'_{z2} = \frac{B_{\delta} \cdot t_{z2} \cdot l_{\delta}}{b_{z2} \cdot l_{CT2} \cdot k_c} = \frac{0.71 \cdot 14 \cdot 0.133}{5.4 \cdot 0.133 \cdot 0.97} = 1.82 \text{ Тл.}$$

Так как расчётная индукция  $B'_{z2} = 1.82 \text{ Тл} > 1.8 \text{ Тл}$ , необходимо учесть ответвление потока в паз и найти действительную индукцию в зубце статора  $B_{z1}$  (рекомендации на стр. 29-30). Для этого:

- найдём коэффициент, определяющий отношение площадей поперечных сечений паза и зубца на высоте  $h_{z2}$

$$k_{п2} = \frac{b_{п2} \cdot l_{\delta}}{b_{z2} \cdot l_{CT2} \cdot k_c} = \frac{6.15 \cdot 0.133}{5.4 \cdot 0.133 \cdot 0.97} = 1.174$$

где  $b_{п2} = \frac{b_1 + b_2}{2} = \frac{7.7 + 4.6}{2} = 6.15 \text{ мм}$  – средняя ширина паза статора;

- зададимся значением действительной индукции  $B_{z2} = 1.81 \text{ Тл}$  и определим по табл. П.17 напряженность магнитного поля в сечении зубца статора

$$H_{z1} = 1570 \text{ А/м,}$$

- проверим выполнение условия

$$B_{z2} = B'_{z2} - \mu_0 \cdot H_{z2} \cdot k_{п2} = 1.82 - 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1570 \cdot 1.174 = 1.81,$$

или,  $1.81 = 1.81$  то есть условие выполняется.

81. Магнитное напряжение зубцовой зоны ротора:

$$F_{z2} = 2 \cdot h_{z2} \cdot H_{z2} = 2 \cdot 0.0287 \cdot 1570 = 90.118 \text{ А.}$$

82. Коэффициент насыщения зубцовой зоны:

$$k_z = 1 + \frac{F_{z1} + F_{z2}}{F_{\delta}} = 1 + \frac{87.351 + 90.118}{1212} = 1.21.$$

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:

$$L_a = \pi \cdot \frac{D_a - h_a}{2p} = \pi \cdot \frac{0.35 - 0.0452}{2} = 0.479 \text{ м.}$$

84. Проектируемый АД имеет длину сердечника статора  $l_{CT1} = 0.133 \text{ м} < 300 \text{ мм}$ , поэтому вентиляционные каналы в статоре отсутствуют (стр. 31). В этом случае расчётная высота ярма статора:

$$h'_a = h_a - \frac{2}{3} d_{\kappa 1} \cdot m_{\kappa 1} = 0.0452 - \frac{2}{3} \cdot 0 \cdot 0 = 0.0452 \text{ м} = 45.2 \text{ мм.}$$

85. Индукция в ярме статора:

$$B_a = \frac{\Phi}{2 \cdot h'_a \cdot l_{CT1} \cdot k_c} = \frac{0.0175}{2 \cdot 0.0452 \cdot 0.133 \cdot 0.97} = 1.5 \text{ Тл.}$$

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

$$H_a = 520 \text{ А/м.}$$

87. Магнитное напряжение ярма статора:

$$F_a = L_a \cdot H_a = 0.479 \cdot 520 = 248.998 \text{ А.}$$

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

$$0.75 \cdot \left( \frac{D_a}{2} - h_{n2} \right) = 0.75 \cdot \left( \frac{350}{2} - 29.2 \right) = 109.35 \text{ мм} > D_\delta = 81 \text{ мм.}$$

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

$$h_j = \frac{D_2 - D_j}{2} - h_{n2} = \frac{191.2 - 81}{2} - 37.1 = 18 \text{ мм,}$$

$$h'_j = \frac{2+p}{3.2 \cdot p} \cdot \left( \frac{D_2}{2} - h_{n2} \right) - \frac{2}{3} \cdot d_{\kappa 2} \cdot m_{\kappa 2} = \frac{2+1}{3.2 \cdot 1} \cdot \left( \frac{191.0}{2} - 29.2 \right) - \frac{2}{3} \cdot 0 \cdot 0 = 62.156 \text{ мм.}$$

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

$$L_j = 2 \cdot h'_j = 2 \cdot 62.156 = 124.313 \text{ мм.}$$

90. Индукция в ярме ротора:

$$B_j = \frac{\Phi}{2 \cdot h_a \cdot l_{CT2} \cdot k_c} = \frac{0.0175}{2 \cdot 0.062156 \cdot 0.133 \cdot 0.97} = 1.09 \text{ Тл.}$$

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

$$H_j = 203 \text{ А/м.}$$

92. Магнитное напряжение ярма ротора:

$$F_j = L_j \cdot H_j = 0.123413 \cdot 203 = 25.235 \text{ А.}$$

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

$$F_{\text{ц}} = F_{\delta} + F_{Z1} + F_{Z2} + F_a + F_j = 1212 + 87.351 + 90.118 + 248.998 + 25.235 \\ = 1663.703 \text{ А.}$$

94. Коэффициент насыщения магнитной цепи:

$$k_{\mu} = \frac{F_{\text{ц}}}{F_{\delta}} = \frac{1663.703}{1212} = 1.373.$$

95. Намагничивающий ток АД:

$$I_{\mu} = \frac{p \cdot F_{\text{ц}}}{0.9 \cdot m_1 \cdot w_1 \cdot k_{\text{обм1}}} = \frac{1 \cdot 1663.703}{0.9 \cdot 3 \cdot 60 \cdot 0.928} = 11.063 \text{ А.}$$

96. Относительное значение намагничивающего тока:

$$I_{\mu}^* = \frac{I_{\mu}}{I_{1\text{ном}}} = \frac{11.063}{69.2} = 0.16.$$