

4 РАСЧЕТ МАГНИТНОЙ ЦЕПИ АСИНХРОННОЙ МАШИНЫ

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

72. Коэффициент γ_1 для расчёта магнитного напряжения воздушного зазора:

$$\gamma_1 = \frac{\left(\frac{b_{ш1}}{\delta}\right)^2}{5 + \frac{b_{ш1}}{\delta}} = \frac{\left(\frac{4,0}{0,9}\right)^2}{5 + \frac{4,0}{0,9}} = 2,1.$$

73. Коэффициент k_δ для расчёта магнитного напряжения воздушного зазора:

$$k_\delta = \frac{t_{z1}}{t_{z1} - \gamma_1 \cdot \delta} = \frac{17}{17 - 2,1 \cdot 0,9} = 1,125.$$

74. Магнитное напряжение воздушного зазора:

$$F_\delta = \frac{2}{\mu_0} \cdot B_\delta \delta \cdot k_\delta = \frac{2}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} \cdot 0,837 \cdot 0,9 \cdot 1,125 = 1349 \text{ А},$$

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):

$$h_{z1} = h_{n1} = 19 \text{ мм.}$$

76. Расчётная индукция в зубцах статора:

$$B'_{z1} = \frac{B_\delta \cdot t_{z1} \cdot l_\delta}{b_{z1} \cdot l_{CT1} \cdot k_c} = \frac{0,837 \cdot 17 \cdot 0,16}{9,17 \cdot 0,155 \cdot 0,97} = 1,651 \text{ Тл.}$$

Так как расчётная индукция $B'_{z1} = 1,651 \text{ Тл} < 1,8 \text{ Тл}$, то нет необходимости учесть ответвление потока в паз и найти действительную индукцию в зубце статора B_{z1} (рекомендации на стр. 29-30).

Таким образом:

$$B_{z1} = 1,651 \text{ Тл};$$

$$H_{z1} = 993 \text{ А/м.}$$

					КР.1-43.01.03.22с.11 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб.		Дубровский			Расчет магнитной цепи асинхронной машины	Лит	Лист
Пров.		Козлов					
Н. контр.						ГГТУ, гр. 3Э-22с	
Утв.							

77. Магнитное напряжение зубцовой зоны статора:

$$F_{z1} = 2 \cdot h_{z1} \cdot H_{z1} = 2 \cdot 0.019 \cdot 993 = 37.79 \text{ А.}$$

78. Расчётная высота зубца ротора по (4.10):

$$h_{z2} = h_{z1} - 0.1 \cdot b_2 = 37.1 - 0.1 \cdot 2.0 = 36.9 \text{ мм.}$$

79. Расчётная индукция в зубцах ротора:

$$B'_{z2} = \frac{B_{\delta} \cdot t_{z2} \cdot l_{\delta}}{b_{z2} \cdot l_{CT2} \cdot k_c} = \frac{0.837 \cdot 14 \cdot 0.16}{6.7 \cdot 0.16 \cdot 0.97} = 1.803 \text{ Тл.}$$

Так как расчётная индукция $B'_{z2} = 1,803 \text{ Тл} > 1.8 \text{ Тл}$, 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_{z2}

$$k_{п2} = \frac{b_{п2} \cdot l_{\delta}}{b_{z2} \cdot l_{CT2} \cdot k_c} = \frac{4.25 \cdot 0.16}{6.7 \cdot 0.16 \cdot 0.97} = 0.654$$

где $b_{п2} = \frac{b_1 + b_2}{2} = \frac{6.5 + 2.0}{2} = 4.25 \text{ мм}$ – средняя ширина паза статора;

- зададимся значением действительной индукции $B_{z2} = 1,8 \text{ Тл}$ и определим по табл. П.17 напряженность магнитного поля в сечении зубца статора

$$H_{z1} = 1520 \text{ А/м,}$$

- проверим выполнение условия

$$B_{z2} = B'_{z2} - \mu_0 \cdot H_{z2} \cdot k_{п2} = 1.803 - 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1520 \cdot 0.654 = 1.8,$$

или, $1.8 = 1.8$ то есть условие выполняется.

81. Магнитное напряжение зубцовой зоны ротора:

$$F_{z2} = 2 \cdot h_{z2} \cdot H_{z2} = 2 \cdot 0.0369 \cdot 1520 = 112.176 \text{ А.}$$

82. Коэффициент насыщения зубцовой зоны:

$$k_z = 1 + \frac{F_{z1} + F_{z2}}{F_{\delta}} = 1 + \frac{37.79 + 112.176}{1349} = 1.2.$$

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:

$$L_a = \pi \cdot \frac{D_a - h_a}{2p} = \pi \cdot \frac{0.35 - 0.059}{2} = 0.456 \text{ м.}$$

84. Проектируемый АД имеет длину сердечника статора $l_{CT1} = 0.1555 \text{ м} < 300 \text{ мм}$, поэтому вентиляционные каналы в статоре отсутствуют (стр. 31). В этом случае расчётная высота ярма статора:

$$h'_a = h_a - \frac{2}{3} d_{k1} \cdot m_{k1} = 0.0595 - \frac{2}{3} \cdot 0 \cdot 0 = 0.0595 \text{ м} = 59.5 \text{ мм.}$$

85. Индукция в ярме статора:

$$B_a = \frac{\Phi}{2 \cdot h'_a \cdot l_{CT1} \cdot k_c} = \frac{0.025}{2 \cdot 0.059 \cdot 0.155 \cdot 0.97} = 1.4 \text{ Тл.}$$

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

$$H_a = 400 \text{ А/м.}$$

87. Магнитное напряжение ярма статора:

$$F_a = L_a \cdot H_a = 0.456 \cdot 400 = 182.544 \text{ А.}$$

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

$$0.75 \cdot \left(\frac{D_a}{2} - h_{n2} \right) = 0.75 \cdot \left(\frac{350}{2} - 37.1 \right) = 103.425 \text{ мм} > D_g = 81 \text{ мм.}$$

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

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

$$h'_j = \frac{2+p}{3.2 \cdot p} \cdot \left(\frac{D_2}{2} - h_{n2} \right) - \frac{2}{3} \cdot d_{k2} \cdot m_{k2} = \frac{2+1}{3.2 \cdot 1} \cdot \left(\frac{191.2}{2} - 37.1 \right) - \frac{2}{3} \cdot 0 \cdot 0$$

$$= 54.844 \text{ мм.}$$

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

$$L_j = 2 \cdot h'_j = 2 \cdot 54.844 = 109.687 \text{ мм.}$$

90. Индукция в ярме ротора:

$$B_j = \frac{\Phi}{2 \cdot h_a \cdot l_{CT2} \cdot k_c} = \frac{0.025}{2 \cdot 0.05488 \cdot 0.16 \cdot 0.97} = 1.471 \text{ Тл.}$$

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

$$H_j = 479 \text{ А/м.}$$

92. Магнитное напряжение ярма ротора:

$$F_j = L_j \cdot H_j = 0.1087 \cdot 479 = 52.54 \text{ А.}$$

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

$$F_{\Sigma} = F_{\delta} + F_{Z1} + F_{Z2} + F_a + F_j = 1349 + 37.79 + 112.176 + 182.544 + 52.54 = 1733.75 \text{ А.}$$

94. Коэффициент насыщения магнитной цепи:

$$k_{\mu} = \frac{F_{\Sigma}}{F_{\delta}} = \frac{1733.75}{1349} = 1.285.$$

95. Намагничивающий ток АД:

$$I_{\mu} = \frac{p \cdot F_{\Sigma}}{0.9 \cdot m_1 \cdot w_1 \cdot k_{обм1}} = \frac{1 \cdot 1733.75}{0.9 \cdot 3 \cdot 42 \cdot 0.928} = 16.47 \text{ А.}$$

96. Относительное значение намагничивающего тока:

$$I_{\mu}^* = \frac{I_{\mu}}{I_{1ном}} = \frac{16.47}{100.6} = 0.164.$$