

5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ АСИНХРОННОЙ МАШИНЫ ДЛЯ РАБОЧЕГО РЕЖИМА

97. Длина пазовой части катушки обмотки статора:

$$l_{п1} = l_1 = l_2 = 0.09 \text{ м.}$$

98. Средняя ширина катушки обмотки статора:

$$b_{кт} = \pi \cdot \frac{D + h_{п1}}{2p} \cdot \beta = \pi \cdot \frac{0.154 - 0.0251}{2} \cdot 0.8 = 0.162 \text{ м.}$$

99. Коэффициенты $k_{л}$ и $k_{выл}$ для расчёта длины лобовой части катушки обмотки статора (табл. П.24, обмотка насынная с неизолированными лобовыми частями):

$$k_{л} = 1.2;$$

$$k_{выл} = 0.26.$$

100. Длина вылета прямолинейной части катушек обмотки статора из паза от торца сердечника до начала отгиба лобовой части (стр. 37 для случая, когда насынная обмотка укладывается в пазы до запрессовки сердечника в корпус):

$$B = 0.01$$

101. Длина изогнутой лобовой части катушки обмотки статора:

$$l_{л1} = k_{л} \cdot b_{кт} + 2 \cdot B = 1.2 \cdot 0.162 + 2 \cdot 0.01 = 0.214 \text{ м.}$$

102. Длина вылета лобовой части катушки обмотки статора:

$$l_{выл1} = k_{выл} \cdot b_{кт} + B = 0.26 \cdot 0.162 + 0.01 = 0.052 \text{ м.}$$

103. Средняя длина витка обмотки фазы статора:

$$l_{ср1} = 2 \cdot (l_{п1} + l_{л1}) = 2 \cdot (0.07 + 0.214) = 0.609 \text{ м.}$$

104. Длина проводников фазы обмотки статора:

$$L_1 = l_{ср1} \cdot w_1 = 0.609 \cdot 100 = 60.869 \text{ м.}$$

					КР.1-43.01.03.22с.15 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб.		Кощенко			Определение параметров асинхронной машины для рабочего режима		
Пров.		Козлов					
Н. контр.							
Утв.							
						Лит	Лист
							Листов
						ГГТУ, гр. 3Э-22с	

105. Расчётная температура $\nu_{\text{расч}}$ и удельное сопротивление материала проводника медной обмотки статора ρ_m при расчётной температуре (стр. 37 и табл. П.26):

$$\nu_{\text{расч}} = 115^{\circ}\text{C (для класса изоляции F);}$$

$$\rho_m = \frac{1}{41} \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$

106. Активное сопротивление обмотки статора:

$$r_1 = k_R \cdot \rho_m \cdot \frac{L_1}{q_{\text{эф}} \cdot a} = 1 \cdot \frac{1}{41} \cdot 10^{-6} \cdot \frac{60.869}{5.301 \cdot 10^{-6} \cdot 1} = 0.28 \text{ Ом,}$$

где $k_R = 1$ (стр. 38).

107. Относительное значение активного сопротивления обмотки статора:

$$r_{1*} = r_1 \cdot \frac{I_{1\text{ном}}}{U_{1\text{ном.ф}}} = 0.28 \cdot \frac{36.2}{220} = 0.046 \text{ о. е.}$$

108. Удельное сопротивление материала алюминиевой литой обмотки ротора и короткозамкнутого кольца ρ_a при расчётной температуре $\nu_{\text{расч}} = 115^{\circ}\text{C}$ (стр. 37):

$$\rho_a = \frac{1}{22} \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м (табл. П. 26).}$$

109. Активное сопротивление алюминиевого стержня ротора:

$$r_c = k_R \cdot \rho_a \cdot \frac{l_2}{q_c} = 1 \cdot \frac{1}{22} \cdot 10^{-6} \cdot \frac{0.09}{230.9 \cdot 10^{-6}} = 17.72 \cdot 10^{-6} \text{ Ом,}$$

где $k_R = 1$ (стр. 38).

110. Активное сопротивление алюминиевого короткозамкнутого кольца:

$$r_{\text{кл}} = \rho_a \cdot \frac{\pi \cdot D_{\text{кл.ср}}}{Z_2 \cdot q_{\text{кл}}} = \frac{1}{22} \cdot 10^{-6} \cdot \frac{\pi \cdot 108.3 \cdot 10^{-3}}{24 \cdot 1041 \cdot 10^{-6}} = 0.6191 \cdot 10^{-6} \text{ Ом.}$$

111. Активное сопротивление фазы алюминиевой обмотки ротора:

$$r_2 = r_c + \frac{2 \cdot r_{\text{кл}}}{\Delta^2} = 17.721 \cdot 10^{-6} + \frac{2 \cdot 0.6191 \cdot 10^{-6}}{0.261^2} = 35.89 \cdot 10^{-6} \text{ Ом.}$$

112. Активное сопротивление ротора, приведённое к числу витков обмотки статора:

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

$$r_2' = r_2 \cdot \frac{4 \cdot m_1 \cdot (w_1 \cdot k_{обм1})^2}{Z_2 \cdot k_{ск}^2} = 35.89 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{4 \cdot 3 \cdot (10 \cdot 0.928)^2}{24 \cdot 1^2} = 0.155 \text{ Ом.}$$

113. Относительное значение приведённого активного сопротивления ротора:

$$r_{2*}' = r_2' \cdot \frac{I_{1ном}}{U_{1ном.ф}} = 0.155 \cdot \frac{36.2}{220} = 0.025 \text{ о. е.}$$

114. Радиальные вентиляционные каналы в данном АД отсутствуют, поэтому расчётная длина магнитопровода статора (по (5.14) при $n_k = 0$):

$$l_\delta' = l_1 = 0.09 \text{ м.}$$

115. Коэффициенты k_β и k_β' (стр. 39, формула (5.16) и (5.18)):

$$k_\delta' = 0.25 \cdot (1 + 3 \cdot \beta) = 0.25 \cdot (1 + 3 \cdot 0.8) = 0.85;$$

$$k_\delta = 0.25 \cdot (1 + 3 \cdot k_\delta') = 0.25 \cdot (1 + 3 \cdot 0.85) = 0.888.$$

116. Коэффициент магнитной проводимости пазового рассеяния статора (стр. 40, формула (5.20), рис. П.15):

$$\begin{aligned} \lambda_{n1} &= \frac{h_2}{3 \cdot b_2} \cdot k_\delta + \left(\frac{h_1}{b_1} + \frac{3 \cdot h_{k1}}{b_1 + 2 \cdot b_{ш1}} + \frac{h_{ш1}}{b_{ш1}} \right) \cdot k_\delta' \\ &= \frac{19.9}{3 \cdot 10.8} \cdot 0.888 + \left(\frac{0}{10.8} + \frac{3 \cdot 3.4}{10.8 + 2 \cdot 4} + \frac{1}{4} \right) \cdot 0.85 = 1.219, \end{aligned}$$

где $h_1 = 0$ (проводники закреплены пазовой крышкой), и

$$h_2 = h_{п.к} - 2 \cdot b_{из} = 20.7 - 2 \cdot 0.4 = 19.9 \text{ мм (стр. 40, формула (5.21)).}$$

117. Коэффициент магнитной проводимости лобового рассеяния статора:

$$\begin{aligned} \lambda_{л1} &= 0.34 \cdot \frac{q_1}{l_\delta'} \cdot (l_{л1} - 0.64 \cdot \beta \cdot \tau_1) = 0.34 \cdot \frac{5}{0.09} \cdot (0.214 - 0.64 \cdot 0.6 \cdot 0.242) \\ &= 2.293. \end{aligned}$$

118. Коэффициент ξ (паз статора – закрытый, скос пазов ротора присутствует):

$$\frac{t_{z2}}{t_{z1}} = \frac{20.0}{16} = 1.25$$

По рисунку П.16 определяем

$$k_{ск}' = 1.5$$

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

$$\xi = 2 \cdot k_{\text{СК}} \cdot k_{\delta} - k_{\text{обм1}}^2 \cdot \left(\frac{t_{z2}}{t_{z1}} \right)^2 \cdot (1 + \beta_{\text{СК}}^2)$$

$$= 2 \cdot 1.5 \cdot 0.888 - 0.928^2 \cdot \left(\frac{20.0}{16} \right)^2 \cdot (1 + 0.7^2) = 0.656$$

119. Коэффициент магнитной проводимости дифференциального рассеяния обмотки статора:

$$\lambda_{\text{д1}} = \frac{t_{z1}}{12 \cdot \delta \cdot k_{\delta}} \cdot \xi = \frac{16}{12 \cdot 0.6 \cdot 1.166} \cdot 0.656 = 1.251.$$

120. Индуктивное сопротивление фазы обмотки статора:

$$x_1 = 15.8 \cdot \frac{f_1}{100} \cdot \left(\frac{w_1}{100} \right)^2 \cdot \frac{l_{\delta}}{p \cdot q_1} \cdot \sum \lambda_1 =$$

$$= 15.8 \cdot \frac{50}{100} \cdot \left(\frac{100}{100} \right)^2 \cdot \frac{0.09}{1 \cdot 5} \cdot (1.219 + 2.293 + 1.251) = 0.677 \text{ Ом.}$$

121. Относительное значение индуктивного сопротивления фазы статора

$$x_{1*} = x_1 \cdot \frac{I_{1\text{ном}}}{U_{1\text{ном.ф}}} = 0.677 \cdot \frac{36.2}{220} = 0.111 \text{ о. е.}$$

122. Коэффициент магнитной проводимости пазового рассеяния короткозамкнутого ротора (рис. П.18, рекомендации на стр. 41-42):

$$\lambda_{\text{н2}} = \left[\frac{h_0}{3 \cdot b_1} \cdot \left(1 - \frac{\pi \cdot b_1^2}{2 \cdot q_c} \right) + 0,66 - \frac{b_{\text{ш2}}}{2 \cdot b_1} \right] \cdot k_{\delta} + \frac{h_{\text{ш2}}}{b_{\text{ш2}}} + 1.12 \cdot 10^6 \cdot \frac{h_{\text{ш2}}}{I_2}$$

$$= \left[\frac{30.76}{3 \cdot 10.8} \cdot \left(1 - \frac{\pi \cdot 10.8^2}{2 \cdot 230.9} \right) + 0,66 - \frac{1.5}{2 \cdot 10.8} \right] \cdot 1 + \frac{0.7}{1.5} + 1.12$$

$$\cdot 10^6 \cdot \frac{0.003}{744.489} = 2.27,$$

где

$$h_0 = h_1 + \frac{b_2}{2} - 0,1 \cdot b_2 = 29.8 + \frac{2.4}{2} - 0,1 \cdot 2.4$$

$$= 30.76 \text{ мм (рис. П. 18 и рис. 3.2, формула (5.29));}$$

$$k_{\delta} = 1 \text{ по стр. 41.}$$

123. Коэффициент магнитной проводимости лобового рассеяния ротора:

$$\lambda_{л2} = \frac{2,3 \cdot D_{кл.ср}}{Z_2 \cdot l_{\delta} \cdot \Delta^2} \cdot \lg \frac{4,7 \cdot D_{кл.ср}}{h_{кл} + 2 \cdot b_{кл}}$$

$$= \frac{2,3 \cdot 0.10828}{24 \cdot 0.09 \cdot 0.261^2} \cdot \lg \frac{4,7 \cdot 0.10828}{2 \cdot 0.04452 + 2 \cdot 0.023373} = 1.263.$$

124. Коэффициент магнитной проводимости дифференциального рассеяния обмотки ротора:

$$\lambda_{\partial 2} = \frac{t_{z2}}{12 \cdot \delta \cdot k_{\delta}} \cdot \xi = \frac{20.0}{12 \cdot 0.6 \cdot 1.166} \cdot 0.983 = 2.342$$

где

$$\xi = 1 + \frac{1}{5} \cdot \left(\frac{\pi \cdot p}{Z_2} \right)^2 - \frac{\Delta_Z}{1 - \left(\frac{p}{Z_2} \right)^2} = 1 + \frac{1}{5} \cdot \left(\frac{\pi \cdot 1}{24} \right)^2 - \frac{0.02}{1 - \left(\frac{1}{24} \right)^2} = 0.983,$$

где $\Delta_Z = 0,02$ по рисунку П.17.

125. Коэффициент проводимости скоса:

$$\lambda_{ск} = \frac{t_{z2} \cdot \beta_{ск}^2}{12 \cdot k_{\delta} \cdot k_{\mu}} = \frac{20.0 \cdot 0.7^2}{12 \cdot 1.166 \cdot 1.756} = 0.399.$$

126. Индуктивное сопротивление фазы обмотки ротора:

$$x_2 = 7,9 \cdot f_1 \cdot l_{\delta} \cdot \sum \lambda_2 \cdot 10^{-6}$$

$$= 7,9 \cdot 50 \cdot 0.09 \cdot (2.27 + 1.263 + 2.342 + 0.399) \cdot 10^{-6}$$

$$= 223.0 \cdot 10^{-6} \text{ Ом.}$$

127. Индуктивное сопротивление фазы обмотки ротора, приведённое к числу витков обмотки статора:

$$x'_2 = x_2 \cdot \frac{4 \cdot m_1 \cdot (w_1 \cdot k_{обм1})^2}{Z_2 \cdot k_{ск}^2} = 223.0 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{4 \cdot 3 \cdot (100 \cdot 0.928)^2}{24 \cdot 1^2}$$

$$= 0.961 \text{ Ом.}$$

128. Относительное значение индуктивного сопротивления фазы ротора:

$$x'_{2*} = x'_2 \cdot \frac{I_{1ном}}{U_{1ном.ф}} = 0.961 \cdot \frac{36.2}{220} = 0.158 \text{ о. е.}$$