

# ĐỒ ÁN MÁY ĐIỆN

## MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU .....	7
CHƯƠNG I TỔNG QUAN VỀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN ĐỒNG BỘ .....	8
I. GIỚI THIỆU VỀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN ĐỒNG BỘ: .....	8
1. Cấu tạo:.....	8
II. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC VÀ PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN ĐỒNG BỘ.....	9
CHƯƠNG II TÍNH TOÁN KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU.....	10
A. THÔNG SỐ CƠ BẢN.....	10
1. Điện áp pha .....	10
2. Công suất biểu kiến định mức .....	10
3. Dòng điện pha định mức .....	11
4. Số đôi cực. ....	11
5. Công suất tính toán .....	11
B. KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU.....	11
6. Đường kính trong. ....	11
D =75 cm .....	11
7. Đường kính ngoài lõi thép.....	11
8. Bước cực.....	11
9. Sơ bộ tính toán chiều dài của stato .....	11
10. Hệ số $\lambda$ .....	12
Trị này nằm trong vùng kinh tế của hình 11-5 .....	12
11. Sơ bộ định chiều dài lõi sắt stato theo hình 11-3.....	12
12. Số rãnh thông gió ngang trục của lõi sắt stato: .....	12
13. Chiều dài của mỗi thiệp lá thép .....	12
14. Chiều dài phần thép của lõi sắt stato.....	12
15. Chiều dài lõi sắt stato: theo 11-4.....	12
16. Chiều dài tính toán của lõi sắt stato: theo 11-5 .....	12
17. Số mạch song song của dây quấn stato.....	12
18. Bước rãnh $t_1$ .....	12
19. Số rãnh stato tối đa và tối thiểu .....	13
20. Chọn số rãnh stato.....	13
21. Tính số vòng dây trong 1 rãnh. Theo 11-9 chọn số xecmăng thích hợp, tính lại đường A và lập bảng: .....	13
22. Chiều rộng rãnh: theo 11-12 ta có: .....	13
23, Chọn mật độ dòng điện: theo 11-14.....	14
24. Sơ bộ chọn tiết diện dây dẫn: .....	14

25. Cách điện rãnh: .....	14
26. Chiều rộng rãnh $b_{r1}=17,5$ mm. Chiều cao rãnh $h_{r1}=87$ mm .....	14
27. Mật độ dòng điện trong dây dẫn stato: .....	14
28. Mật độ từ thộng trên rãnh stato .....	14
29. Mật độ từ thộng trong gông stato: .....	14
30. Độ chênh nhiệt trên lớp cách điện rãnh: theo 11-15 .....	14
31. Gradien nhiệt độ trên cách điện rãnh: .....	15
32. Số vòng dây của 1 pha dây quấn stato: theo 11-11 .....	15
33. Bước dây quấn .....	15
34. Hệ số bước ngắn của dây quấn .....	15
35. Hệ số bước rãi: theo 4-78 : .....	15
36. Hệ số dây quấn: .....	15
<b>C KHE HỖ KHÔNG KHÍ VÀ CỰC RÔTO:</b> .....	16
37. Sơ bộ xác định khe hở không khí theo 11-19: .....	16
38. Lấy khe hở không khí giữa cực từ. ....	16
39. Chiều rộng mặt cực từ: khi lấy $\alpha_m = 0,7$ .....	16
40. Bán kính mặt cực từ: theo 11-22 .....	16
41. Chiều cao mặt cực từ: theo bảng 11-4 .....	16
42. Chiều dài thân cực từ và mồm cực từ: lấy bằng: .....	16
43. Chiều dài tính toán của thân cực từ .....	16
44. Chiều cao thân cực từ: theo 11-27 .....	16
45. Hệ số tản từ: theo 11-24, với $k = 9$ .....	17
46. Chiều rộng cực từ: .....	17
47. Chiều dài gông từ: theo 11-29 .....	17
48. Chiều cao tối thiểu của gông rôto: .....	17
49. Số thanh cản trên mặt cực từ .....	18
50. Tiết diện thanh dây quấn cản: theo 11-54 .....	18
51. Đường kính của thanh dây quấn cản: .....	18
52. Bước dây quấn cản: khi lấy $z = 0,4$ cm .....	18
53. Theo điều kiện chọn 11-52: .....	18
54. Kích thước rãnh cuộn cản như sau: .....	18
55. Chiều dài thanh dây quấn cản .....	18
56. Tiết diện vành ngắn mạch: .....	18
<b>D TÍNH TOÁN MẠCH TỪ:</b> .....	18
57. Từ thông trong khe hở không khí theo 4-84: .....	19
58. Chiều dài tính toán chính xác của lõi sắt stato: theo 4-13 .....	19
59. Mật độ từ thông khe hở không khí: .....	19

60. Hệ số khe hở không khí ở stato: theo 4-15 .....	19
61. Hệ số khe hở không khí ở rôto:.....	19
62. Hệ số khe hở không khí: theo 4-17 .....	19
63. Sức từ động khe hở không khí: theo 4-18.....	19
64. Chiều rộng răng stato ở 1/3 chiều cao rãnh: .....	19
65. Mật độ từ thông ở răng stato: theo 4-22.....	20
66. Sức từ động răng stato:.....	20
67. Mật độ từ thông trên gông stato: .....	20
68. Sức từ động trên gông stato: .....	20
69. Chiều cao rãnh rôto: .....	20
70. Chiều rộng rãnh trên cực từ 1/3 chiều cao rãnh:.....	20
71. Mật độ từ thông trên gông cực từ:.....	20
72. Sức từ động trên răng cực từ:.....	20
73. Hệ số từ dẫn giữa bề mặt trong của các cực từ: theo 4-67 .....	21
74. Hệ số từ dẫn giữa bề mặt trong của đôi cực từ: theo 4-68.....	21
75. Hệ số từ dẫn giữa các mặt bên của cực từ theo 4-69.....	21
76. Tổng từ dẫn tản: .....	21
77. Sức từ động trên khe hở, gông từ stato và răng stato, rôto .....	21
78. Từ thông tản trên cực từ theo 4-66 .....	21
79. Từ thông cực từ: .....	21
80. Mật độ từ thông trên cực từ: theo 4-41 .....	21
81. Sức từ động cực từ :.....	22
82. Sức từ động ở khe hở giữa cực từ và gông từ theo 4-68 .....	22
83. Mật độ từ thông ở gông cực từ theo 4-44 .....	22
84. Sức từ động trong gông rôto .....	22
85. Sức từ động trên rôto .....	22
86. Sức từ động của dây quấn kích từ dưới một đôi cực .....	22
<b>E. THAM SỐ CỦA DÂY QUẤN STATO Ở CHẾ ĐỘ ĐỊNH MỨC ..</b>	<b>22</b>
87. Chiều dài phần đầu nối dây quấn stato: theo 3-37 .....	22
88. Chiều dài trung bình của một vòng dây quấn stato.....	23
89. Điện trở tác dụng của 1 pha dây quấn stato: .....	23
90. Trị số tương đối của điện trở dây quấn stato:.....	23
91. Hệ số từ tản rãnh:.....	23
92. Hệ số từ tản giữa các đỉnh răng:.....	23
93. Hệ số từ tản tạp theo 5-42.....	24
94. Hệ số từ tản phần đầu nối theo 5-45:.....	24
95. Điện kháng tản stato theo 5-54.....	24

96. Điện kháng phần ứng dọc trục ( trị số tương đối ) theo 11-68 .....	24
97. Điện kháng phần ứng ngang trục theo 11-69 .....	24
98. Điện kháng đồng bộ dọc trục:.....	24
99. Điện kháng đồng bộ ngang trục: .....	25
100. Đặc tính từ hoá và đặc tính .....	25
101. Sức từ động: .....	25
102. Sức từ động phản ứng phần ứng dọc trục theo 11-38: .....	25
103. Sức từ động định mức của dây quấn kích từ ( trị số tương đối ): .25	
104. Sức từ động định mức của dây quấn kích từ ( trị số tương đối ): .26	
105. Chiều dài trung bình một vòng dây của dây quấn kích từ theo 11-44: .....	26
106. Tiết diện dây quấn kích từ ( sơ bộ ) theo 11-39:.....	26
107. Dòng điện kích từ: .....	26
108. Số vòng dây cuộn kích từ dưới một cực theo 11-42: .....	26
109. Kích thước dây dẫn kích từ bằng đồng theo chiều cao của cực từ:26	
110. Khoảng cách giữa 2 cuộn dây kích từ theo 11-43 .....	26
112. Độ tăng nhiệt của dây quấn kích từ theo 11-47.....	27
113. Chiều cao chính xác của thân cực từ:.....	27
114. Điện trở của dây quấn kích từ: .....	27
115. Điện áp ở đầu cực của cuộn dây kích từ khi tải định mức và $\theta_t$ = $130^0C$ :.....	27
116. Hệ số dự trữ kích từ: .....	27
117. Điện kháng của dây quấn kích từ theo 11-72 .....	27
118. Điện kháng tản của dây quấn kích từ theo 11-78.....	28
119. Điện kháng tản của dây quấn cảm ( dây quấn khởi động ) dọc trục theo 11-79: .....	28
120. Điện kháng tản ngang trục của dây quấn cảm: .....	28
121. Điện trở của dây quấn kích từ theo 11-81:.....	28
122. Điện trở của dây quấn cảm dọc trục theo 11-82: .....	29
123. Điện trở của dây quấn cảm ngang trục theo 11-83:.....	29
<b>H. VẬT LIỆU TÁC DỤNG.....</b>	<b>29</b>
124. Trọng lượng răng lõi sắt stato: .....	29
125. Trọng lượng gông lõi sắt stato: .....	29
126. Trọng lượng đồng dây quấn stato.....	29
127. Trọng lượng đồng của dây quấn kích từ:.....	29
128. Trọng lượng đồng của thanh dẫn dây quấn cảm:.....	29
129. Trọng lượng đồng của vành ngắn mạch dây quấn cảm: .....	29

130. Trọng lượng sắt của cực từ .....	30
131. Trọng lượng sắt của gông rôto:.....	30
132. Toàn bộ trọng lượng đồng: .....	30
133. Toàn bộ trọng lượng thép: .....	30
<b>I. TỔN HAO VÀ HIỆU SUẤT .....</b>	<b>30</b>
134, Tổn hao đồng trên dây quấn stato:.....	30
135. Tổn hao kích từ:.....	30
136. Tổn hao sắt trong gông stato theo 6-3: .....	30
137. Tổn hao sắt trong răng stato theo 6-2: .....	30
139. Tổn hao bề mặt trên bề mặt cực từ theo 6-5: .....	31
140. Tổn hao phụ khi có tải: .....	31
141. Tổng tổn hao lúc tải định mức: .....	31
142. Hiệu suất động cơ đồng bộ:.....	31
<b>K ĐỘ TĂNG NHIỆT CỦA DÂY QUẤN STATO.....</b>	<b>31</b>
143. Dòng nhiệt qua bề mặt trong của stato theo 8-57: .....	31
144. Độ tăng nhiệt của mặt ngoài lõi sắt stato so với môi trường theo 8-56: .....	31
145. Dòng nhiệt qua bề mặt phần đầu nối dây quấn :.....	32
146. Độ tăng nhiệt ở mặt ngoài phần đầu nối dây quấn theo 8-58: .....	32
147. Độ tăng nhiệt trên lớp cách điện rãnh (theo mục 30):.....	32
148. Độ tăng nhiệt trung bình của dây quấn stato: .....	32
<b>L ĐẶC TÍNH CỦA ĐỘNG CƠ.....</b>	<b>32</b>
149. Năng lực quá tải tĩnh: theo 11-100.....	32
150. Đặc tính góc $M^* = f(\theta)$ theo 11-99:.....	32

## ***LỜI NÓI ĐẦU***

Đất nước ta đang trong thời kỳ công nghiệp hoá hiện đại hoá nhằm đưa đất nước tiến kịp với các nền kinh tế của các nước trong khu vực và trên thế giới. Tốc độ phát triển kinh tế của một quốc gia phụ thuộc vào tốc độ phát triển của ngành năng lượng. Thường tốc độ phát triển của ngành công nghiệp phải cao hơn tốc độ phát triển chung của nền kinh tế. Do đó ngành chế tạo máy điện đòi hỏi phải luôn đi trước 1 bước về công nghệ và chất lượng nhằm đảm bảo tốc độ phát triển chung của toàn ngành và yêu cầu của nền kinh tế. Ngành chế tạo máy điện sản xuất ra các thiết bị điện phục vụ cho nền kinh tế như: Máy biến áp, động cơ điện dùng làm nguồn động lực cho các loại thiết bị, công suất từ vài (w) đến hàng trăm (KW).

Với các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật trong bảng số liệu qua tính toán đã đạt được các yêu cầu của đề ra. Trong quá trình thiết kế em đã được sự chỉ dẫn tận tình của thầy ***Nguyễn Anh Tuấn***, và các thầy cô giáo trong khoa đã giúp em hoàn thành môn đồ án này. Em xin chân thành cảm ơn. Trong thời gian ngắn cùng với kiến thức và kinh nghiệm có hạn, trong đồ án này không tránh khỏi những sai sót, em mong sự thông cảm và ý kiến của thầy cô và các bạn.

***Vinh, ngày 1 tháng 8 năm 2010***

**Sinh viên**

***LÊ NGỌC NHU***

## ***CHƯƠNG I TỔNG QUAN VỀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN ĐỒNG BỘ***

### ***I. GIỚI THIỆU VỀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN ĐỒNG BỘ:***

#### ***1. Cấu tạo:***

Cũng như các loại máy điện khác, máy điện đồng bộ gồm hai phần chính là Stato và Roto

##### 1.1 Stato:

Stato của máy điện đồng bộ gồm lõi thép và dây quấn (hình 1.1)

a, lõi thép: làm bằng các lá thép kỹ thuật điện dày khoảng 0,35 0,5mm, phủ cách điện, mặt trong xẻ rãnh để đặt dây quấn, ép lại thành hình trụ và được ép vào vỏ bảo vệ

b, Dây quấn: dây quấn stato còn được gọi là dây quấn phần ứng, làm bằng dây đồng bọc cách điện bọc cách điện đặt trong các rãnh của lõi thép

1.2 Roto: roto của máy điện đồng bộ có các cực từ và dây quấn. gồm hai loại: roto cực ẩn và roto cực lồi

Các động cơ điện xoay chiều dùng nhiều trong sản xuất thường là những động cơ điện không đồng bộ, vì loại động cơ điện này có những đặc điểm như cấu tạo đơn giản, làm việc chắc chắn, bảo quản dễ dàng giá thành hạ. Tuy nhiên các động cơ điện đồng bộ do có những ưu điểm nhất định nên trong thời gian gần đây đã được sử dụng rộng rãi hơn và có thể so sánh được với động cơ không đồng bộ trong lĩnh vực truyền động điện. Về ưu điểm, phải nói là động cơ điện đồng bộ do được kích thích bằng dòng một chiều nên có thể làm việc với  $\cos\omega = 1$  và không cần lấy công suất phản kháng từ lưới điện, kết quả là hệ số công suất của lưới điện được nâng cao, làm giảm được điện áp rơi và tổn hao công suất trên đường dây. Ngoài ưu điểm chính đó, động cơ điện đồng bộ còn ít chịu ảnh hưởng đối với sự thay đổi điện áp của lưới điện do momen của động cơ điện đồng bộ tỷ lệ với  $U$  trong khi momen của động cơ không đồng bộ tỷ lệ với  $U^2$ . Vì vậy khi điện áp của lưới sụt thấp do sự cố, khả năng giữ tải của động cơ đồng bộ lớn hơn, trong trường hợp đó nếu tăng kích thích, động cơ điện đồng bộ có thể làm việc an toàn và cải thiện được điều kiện làm việc của cả lưới điện. Cũng phải nói thêm rằng, hiệu suất động cơ điện đồng bộ thường cao hơn hiệu suất của động cơ không đồng bộ vì động cơ không đồng bộ có khe hở tương đối lớn, khiến cho tổn hao sắt phụ nhỏ hơn.



Nhược điểm của động cơ điện đồng bộ so với động cơ không đồng bộ là ở chỗ cấu tạo phức tạp, đòi hỏi phải có máy kích từ hoặc nguồn cung cấp dòng một chiều khiến cho giá thành cao. Hơn nữa việc mở máy động cơ điện đồng bộ cũng phức tạp hơn và việc điều chỉnh tốc độ của nó chỉ có thể thực hiện được bằng cách thay đổi tần số của nguồn điện.

Việc so sánh động cơ điện đồng bộ với động cơ không đồng bộ có phối hợp với tụ điện cải thiện  $\cos\omega$  về giá thành và tổn hao năng lượng dẫn đến kết luận là khi  $P_{dm} > 200 \div 300kW$ , nên dùng động cơ điện đồng bộ ở những nơi nào không cần thường xuyên mở máy và điều chỉnh tốc độ. Khi  $P_{dm} > 300kW$  dùng động cơ điện đồng bộ với  $\cos\omega_{dm} = 0,9$  và khi  $P_{dm} > 1000kW$  dùng động cơ điện đồng bộ với  $\cos\omega_{dm} = 0,8$  là có lợi hơn dùng động cơ không đồng bộ

## **II. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC VÀ PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN ĐỒNG BỘ.**

Nguyên lý làm việc của động cơ điện đồng bộ như sau:

Khi cho dòng điện ba pha  $i_A, i_B, i_C$ , vào ba dây quấn stato, dòng điện ba pha ở stato sẽ sinh ra từ trường quay với tốc độ quay  $n_1 = \frac{60f}{p}$ . Ta hình dung từ trường quay stato như một nam châm có hai cực quay được vẽ bằng nét đứt trên hình 1.1. Đồng thời, cho dòng điện một chiều vào dây quấn rôto, rôto biến thành một nam châm điện.

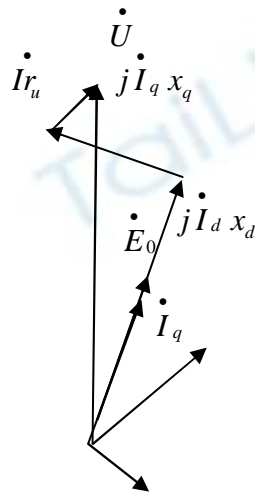
Tác dụng tương hỗ giữa từ trường stato và từ trường roto tạo ra lực tác dụng lên rôto.

Phương trình điện áp và đồ thị vectơ của động cơ điện đồng bộ:

Khi máy điện đồng bộ làm việc như động cơ điện đồng bộ máy phát ra công suất âm đưa vào mạng điện hay nói khác đi tiêu thụ công suất điện lấy từ mạng để biến thành cơ năng. Động cơ đồng bộ thường có cấu tạo cực lồi nên nếu gọi điện áp lưới điện là  $U$ , ta có phương trình cân bằng điện áp:

$$\begin{aligned}\dot{U} &= \dot{E} + \dot{I}(r_u + jx_{\sigma u}) = \dot{E}_0 + \dot{E}_{ud} + \dot{E}_{uq} + \dot{I}(r_u + jx_{\delta u}) \\ &= \dot{E}_0 + j\dot{I}x_d + j\dot{I}_q x_q + \dot{I}r_u\end{aligned}\quad (1)$$

Đồ thị véctơ tương ứng với phương trình(1) được trình bày như hình vẽ (1.2). Từ đồ thị ta thấy công suất do động cơ tiêu thụ từ mạng điện  $P = mUI\cos\omega < 0$



## CHƯƠNG II TÍNH TOÁN KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU

### A. THÔNG SỐ CƠ BẢN

#### 1. Điện áp pha

$$U_d = U_f = 6000 \text{ V}$$

#### 2. Công suất biểu kiến định mức

$$S_{dm} = \frac{P}{\eta \cdot \cos\varphi} = \frac{1000}{0,9563 \cdot 0,9} = 1162 \text{ KVA}$$

**3. Dòng điện pha định mức**

$$I_{dm} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3}.U_{dm}} = \frac{1162.10^3}{\sqrt{3}.6000} = 111,8 \text{ A}$$

$$I_f = \frac{I_{dm}}{\sqrt{3}} = \frac{111,8}{\sqrt{3}} = 64,6 \text{ A}$$

**4. Số đôi cực.**

$$p = \frac{60.f}{n} = \frac{60.50}{1000} = 3$$

**5. Công suất tính toán**

$$P' = k_e.S_{dm} = 1,06.1162 = 1232 \text{ KVA}$$

**B. KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU****6. Đường kính trong.**

$$D = 75 \text{ cm}$$

**7. Đường kính ngoài lõi thép**

$$D_n = \frac{D}{K_D} = \frac{75}{(0,6 \div 0,7)} = 107,1 \div 125 \text{ cm}$$

Theo bảng 11-1 với  $P' = 1232 \text{ KVA}$  và  $p=3$  ta chọn  $D_n = 118$  cỡ máy M16 và

$$h = 63 \text{ cm}$$

**8. Bước cực**

$$\tau = \frac{\pi D}{2p} = \frac{\pi.75}{2.3} = 39,3 \text{ cm}$$

**9. Sơ bộ tính toán chiều dài của stato**

Theo hình 11-3 với  $\tau = 39,3 \text{ cm}$  với  $p = 3$ ,  $A = 510 \text{ A/cm}$ ;  $B_{\delta dm} = 0,87 \text{ T}$

$$\text{Lấy } K_{d1} = 0,92 ; \alpha = 0,66 ; k_s = 1,15 ; \alpha_\delta k_\delta = 0,76$$

Theo 11-2 ta có :

$$l'_\delta = \frac{6,1.P'.10^7}{\alpha_\delta.k_\delta.k_d.AB_{\delta m}D^2.n} = \frac{6,1.1232.10^7}{0,76.0,92.510.0,87.75^2.1000} = 43 \text{ cm}$$

**10. Hệ số  $\lambda$** 

$$\lambda = \frac{l'_\delta}{\tau} = \frac{43}{39,3} = 1,09$$

Trị này nằm trong vùng kinh tế của hình 11-5

**11. Sơ bộ định chiều dài lõi sắt stato theo hình 11-3**

$$l_1 = 1,05.l'_\delta = 1,05.43 = 45,15 \text{ cm}$$

**12. Số rãnh thông gió ngang trục của lõi sắt stato: với chiều rộng  $b_g=1 \text{ cm}$** 

$$n_g = \frac{l'_1 + l_{th}}{l_{th} + b_g} = \frac{45,15 + (4 \div 5)}{(4 \div 5) + 1} = 9,83 \div 8,36$$

Lấy số rãnh thông gió  $n_g=9$

**13. Chiều dài của mỗi thiệp lá thép**

$$l_{th} = \frac{l'_1 - n_g.b_g}{n_g + 1} = \frac{45,15 - 9}{9 + 1} = 3,615 \text{ cm}$$

**14. Chiều dài phần thép của lõi sắt stato**

$$l = l_{th}(n_g + 1) = 3,615.10 = 36,15 \text{ cm}$$

**15. Chiều dài lõi sắt stato: theo 11-4**

$$l_1 = l + n_g.b_g = 36,15 + 10 = 46,15 \text{ cm}$$

**16. Chiều dài tính toán của lõi sắt stato: theo 11-5**

$$l_\delta = l_1 - 0,5.(n_g.b_g) = 46,15 - 0,5.9 = 41,65 \text{ cm}$$

**17. Số mạch song song của dây quấn stato**

Do  $I = 64,6 < 200 \text{ A}$  nên ta lấy  $a = 1$

**18. Bước rãnh  $t_1$** 

Theo hình 11-7 với  $\tau = 39,3 \text{ cm}$  thì bước rãnh tối thiểu và tối đa là:

$$t_{1\min} = 3,7 \text{ cm} \quad ; \quad t_{1\max} = 4,35 \text{ cm}$$

### 19. Số rãnh stato tối đa và tối thiểu

$$Z_{1\min} = \frac{\Pi D}{t_{1\max}} = \frac{\Pi \cdot 75}{4,35} = 54$$

$$Z_{1\max} = \frac{\Pi D}{t_{1\min}} = \frac{\Pi \cdot 75}{3,7} = 63$$

### 20. Chọn số rãnh stato

Trong phạm vi 54 đến 63 để lập bảng so sánh :

$$54 \left( q = \frac{Z_1}{2pm} = \frac{54}{2 \cdot 3 \cdot 3} = 3; \quad t_1 = 4,35 \right)$$

$$63 \left( q = \frac{Z_1}{2pm} = \frac{63}{2 \cdot 3 \cdot 3} = 3\frac{1}{2}; \quad t_1 = 3,7 \right)$$

**21. Tính số vòng dây trong 1 rãnh** . Theo 11-9 chọn số xecmăng thích hợp, tính lại đường A và lập bảng:

Phương án	Số rãnh stato $Z_1$	Số xecmăng	Chiều rộng	Số rãnh của mỗi xecmăng	Số mạch song song	Số vòng dây trong rãnh	Bước rãnh $t_1$
1	54	6		9	1	32	4,35
2	54	9		6	1	32	4,35
3	63	9		7	1	30	3,7

Kết quả cho thấy phương án 1 là hợp lý nhất. Số liệu thu được:

$$Z_1 = 54, \text{ số xecmăng} : 9; \quad u_r = 32; \quad q = 3; \quad t_1 = 4,35; \quad A = 475$$

**22. Chiều rộng rãnh:** theo 11-12 ta có:

Sơ bộ chọn chiều rộng rãnh

$$b'_1 = 0,39.t_1 = 0,39.4,35 = 1,7$$

**23. Chọn mật độ dòng điện:** theo 11-14

$$J_1 = \frac{AJ_1}{A} = \frac{2750}{475} = 5,8 \text{ A/mm}^2 \text{ . trong đó } AJ_1 \text{ tra ở hình 11-8 đường 2 có 2750}$$

**24. Sơ bộ chọn tiết diện dây dẫn:**

$$S' = \frac{I}{a.J_1} = \frac{64,6}{1,5,8} = 11,14 \text{ mm}^2$$

Chọn tiết diện dây dẫn PETVSD  $\frac{1,8 \times 7,1}{2,3 \times 7,6}$  có diện tích  $S_1 = 12,42 \text{ mm}^2$

**25. Cách điện rãnh:**

**26. Chiều rộng rãnh  $b_{r1} = 17,5 \text{ mm}$ . Chiều cao rãnh  $h_{r1} = 87 \text{ mm}$**

**27. Mật độ dòng điện trong dây dẫn stato:**

$$J_1 = \frac{I}{a.S_1} = \frac{64,6}{1.12,42} = 5,2 \text{ A/mm}^2$$

**28. Mật độ từ thông trên rãnh stato**

Trong đó hệ số ép chặt lõi sắt  $k_{cl} = 0,93$

$$B_{z1} = \frac{B_{\delta dm} . t_1 . l_{\delta}}{(t_1 - b_{r1}) . l_{fe} . k_{cl}} = \frac{0,87.4,35.41,65}{(4,35 - 1,75).36,15.0,93} = 1,8 \text{ T}$$

**29. Mật độ từ thông trong gông stato:**

$$\text{Với } h_{g1} = \frac{D_n - D}{2} - h_{r1} = \frac{118 - 75}{2} - 8,7 = 12,8 \text{ cm}$$

$$B_{g1} = \frac{\alpha_{\delta} . B_{\delta dm} . \tau_1 . l_{\delta}}{2h_{g1} . l_{fe} . k_{cl}} = \frac{0,66.0,87.39,3.41,65}{2.12,8.36,15.0,93} = 1,09 \text{ T}$$

**30. Độ chênh nhiệt trên lớp cách điện rãnh:** theo 11-15

$$\theta_c = \frac{J_1 \cdot A \cdot k_f}{4200} \cdot \frac{t_1}{2(b_{r1} + h_{r1} - h_n)} \cdot \frac{0,5 \cdot \delta_c}{\lambda_c} = \frac{5,2 \cdot 475 \cdot 1,1}{4200} \cdot \frac{4,35}{2 \cdot (1,75 + 8,7 - 0,5)} \cdot \frac{0,5 \cdot 0,47}{2 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 15^\circ C < 35^\circ C$$

**31. Gradient nhiệt độ trên cách điện rãnh:**

$$\Delta\theta_c = \frac{\theta_c}{0,5 \cdot \delta_c} = \frac{16}{0,5 \cdot 0,47} = 64^\circ C$$

**32. Số vòng dây của 1 pha dây quấn stato: theo 11-11**

$$W_1 = 2 \cdot p \cdot q \cdot \frac{u_r}{2} \cdot \frac{1}{a} = 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot \frac{32}{2} = 288 \text{ vòng}$$

**33. Bước dây quấn**

$$y_1 = \frac{Z}{2p} = \frac{54}{2 \cdot 3} = 9 \text{ rãnh}$$

Trong đó  $\tau_r = 3 \cdot q = 3 \cdot 3 = 9$

$$\beta = \frac{y_1}{\tau_r} = \frac{9}{9} = 1$$

**34. Hệ số bước ngắn của dây quấn**

$$k_y = \sin \beta \frac{\Pi}{2} = \sin \frac{\Pi}{2} = 1$$

**35. Hệ số bước rãi: theo 4-78 :**

$$K_r = \frac{\sin \frac{\pi}{2m}}{q \sin \frac{\pi}{2mq}} = \frac{\sin \frac{\pi}{6}}{3 \cdot \sin \frac{\pi}{18}} = 0,96$$

**36. Hệ số dây quấn:**

$$k_{d1} = k_y \cdot k_r = 1 \cdot 0,96 = 0,96$$

**C KHE HỖ KHÔNG KHÍ VÀ CỰC RÔTO:**

Để đạt được bội số mômen cực đại  $\frac{M_{\max}}{M_{dm}} = 2$ , thì theo hình 11-9 có  $x_d^* = 1,5$ .

**37. Sơ bộ xác định khe hở không khí theo 11-19:**

$$\delta \approx 0,3 \cdot \frac{A}{B_{\delta 0}} \cdot \frac{\tau}{x_d^*} = 0,3 \cdot \frac{475}{0,827} \cdot \frac{39,3}{1,5} = 0,45 \text{ cm}.$$

Trong đó  $B_{\delta m} = 0,95$  và  $B_{\delta 0} = 0,95 \cdot 0,87 = 0,827 \text{ T}$

**38. Lấy khe hở không khí giữa cực từ  $\delta = 0,45 \text{ cm}$ . Ở 2 đầu mồm cực từ**

$$\delta_m = 1,5 \cdot \delta = 1,5 \cdot 0,45 = 0,675 \text{ cm}.$$

Trị số khe hở không khí trung bình theo 11-21

$$\delta' = \delta + \left( \frac{\delta_m - \delta}{3} \right) = 0,45 + \left( \frac{0,675 - 0,45}{3} \right) = 0,525 \text{ cm}$$

**39. Chiều rộng mặt cực từ: khi lấy  $\alpha_m = 0,7$** 

$$b_m = \alpha_m \cdot \tau = 0,7 \cdot 39,3 = 27,5 \text{ cm}$$

**40. Bán kính mặt cực từ: theo 11-22**

$$R_m = \frac{D}{2 + 8D \frac{\delta_m - \delta}{b_m^2}} = \frac{75}{2 + 8 \cdot 75 \frac{0,675 - 0,45}{26,5^2}} = 34,4 \text{ cm}$$

**41. Chiều cao mặt cực từ: theo bảng 11-4**

$$\text{Lấy } h_m = 4 \text{ cm}$$

**42. Chiều dài thân cực từ và mồm cực từ: lấy bằng:**

$$l_2 = l_1 - 1 = 45,15 - 1 = 44,15 \text{ cm}$$

**43. Chiều dài tính toán của thân cực từ: khi lấy chiều dài tám má cực  $l_{mc} = 2 \text{ cm}$** 

$$l'_c = l_2 + l_{mc} = 44,15 + 2 = 46,15 \text{ cm}$$

**44. Chiều cao thân cực từ: theo 11-27**



$$h_c = 1,6 + 5,88.\sqrt[4]{\tau} = 1,6 + 5,58.\sqrt[4]{39,3} = 16,12 \text{ cm}$$

**45. Hệ số tản từ:** theo 11-24, với  $k = 9$

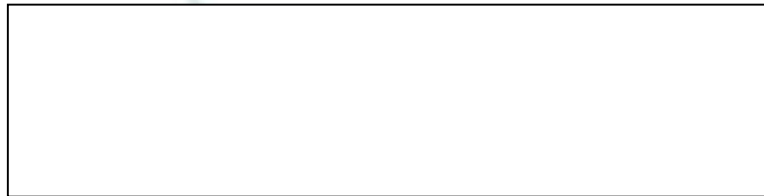
$$\sigma_t = 1 + k \frac{35.\delta'}{\tau^2} = 1 + 8,5 \cdot \frac{35.0,525}{39,3^2} = 1,1$$

**46. Chiều rộng cực từ:**

Dùng thép CT3 dày 1 mm với hệ số ép chặt lõi sắt  $k_{cl} = 0,95$  và lấy mật độ từ thông cực từ  $B_c = 1,43 \text{ T}$  thì :

$$b_c = \frac{\alpha_\delta \cdot B_{\delta m} \cdot \tau \cdot l_\delta}{B_c \cdot k_{cl} \cdot l_c} \cdot \sigma_t = \frac{0,66 \cdot 0,87 \cdot 39,3 \cdot 41,65}{1,43 \cdot 0,95 \cdot 46,15} \cdot 1,1 = 16,5 \text{ cm}$$

Kích thước cực từ như hình vẽ



Vận tốc dài ở bề mặt cực từ

$$v_2 = \frac{\Pi D \cdot n}{6000} = \frac{\Pi \cdot 75 \cdot 1000}{6000} = 39,3 \text{ m/s}$$

**47. Chiều dài gông từ:** theo 11-29

$$l_{g_2} = l_2 + \Delta l_{g_2} = 44,15 + 13,85 = 58 \text{ cm}$$

$$\text{Ở đây } \Delta l_{g_2} = 13,85 \text{ cm}$$

**48. Chiều cao tối thiểu của gông rôto:**

$$h_{g2} = \frac{\alpha_{\delta} \cdot B_{\delta m} \cdot \tau \cdot l \cdot \sigma_t}{2 \cdot B_{g2} \cdot l_{g2}} = \frac{0,66 \cdot 0,87 \cdot 39,3 \cdot 41,65 \cdot 1,1}{2 \cdot 1,2 \cdot 58} = 7,5 \text{ cm}$$

Với  $B_{g2} = 1,2 \text{ T}$

**49. Số thanh cảm trên mặt cực từ:** lấy lấy  $Q_c = 8$ , vật liệu làm bằng đồng

**50. Tiết diện thanh dây quấn cảm:** theo 11-54

$$s_c = \frac{(0,25 \div 0,35) \tau \cdot A}{Q_c \cdot J_1} = \frac{0,25 \cdot 39,3 \cdot 475}{8 \cdot 5,2} = 112 \text{ mm}^2$$

**51. Đường kính của thanh dây quấn cảm:**

$$d_c = 1,13 \sqrt{112} = 11,96 \text{ mm}$$

Lấy  $d_c = 12 \text{ mm}$ ;  $s_c = 113 \text{ mm}^2$

**52. Bước dây quấn cảm:** khi lấy  $z = 0,4 \text{ cm}$

$$t_2 = \frac{b_m - d_c - 2z}{Q_c - 1} = \frac{27,5 - 1,2 - 2 \cdot 0,5}{8 - 1} = 3,6 \text{ cm}$$

**53. Theo điều kiện chọn 11-52:** ta có:  $0,8t_1 < t_2 < t_1$  hay  $3,48 < 3,6 < 4,35 \text{ cm}$

Như vậy chọn  $t_2$  là phù hợp

**54. Kích thước rãnh cuộn cảm như sau:**

$$b_{4c} = 4 \text{ mm}; h_{4c} = 2 \text{ mm}; d'_c = 12,1 \text{ mm}$$

**55. Chiều dài thanh dây quấn cảm**

$$l_{tc} = l_m + 0,34 \cdot \tau = 44,15 + 0,34 \cdot 39,3 = 57,5 \text{ cm}$$

**56. Tiết diện vành ngăn mạch:**

$$s_{vc} = b_{vc} \cdot h_{vc} = 0,5 \cdot Q_c \cdot s_c = 0,5 \cdot 8 \cdot 113 = 452 \text{ mm}^2$$

**D TÍNH TOÁN MẠCH TỪ:**

Lá thép kỹ thuật điện lõi sắt stato dùng loại cán nóng của Nga 1511 dày 0,5 mm.

Cực từ dùng thép tấm CT3 dày 1 mm

**57. Từ thông trong khe hở không khí theo 4-84:**

$$\Phi = \frac{E_1}{4.k_s.f.w_1.k_{d1}} = \frac{E_1}{4.1,15.50.288.0,96} = 0,157.10^{-4} E_1 \quad \text{Wb}$$

$$\frac{\delta_m}{\delta} = 1,5; \quad \alpha_m = 0,7; \quad \alpha_\delta = 0,66; \quad \text{và} \quad \frac{\delta'}{\tau} = \frac{0,45}{39,3} = 0,0115 \Rightarrow k_s = 1,15$$

**58. Chiều dài tính toán chính xác của lõi sắt stato: theo 4-13**

$$l_\delta = l_1 - n_g.b'_g + 2\delta' = 46,15 - 0,306.9 + 2.0,525 = 45 \text{ cm}$$

$$\text{Với } \gamma' = \frac{\left(\frac{b_g}{\delta}\right)^2}{5 + \frac{b_g}{\delta}} = \frac{\left(\frac{1}{0,45}\right)^2}{5 + \frac{1}{0,45}} = 0,68$$

$$b_g = \gamma'.\delta = 0,68.0,45 = 0,306$$

**59. Mật độ từ thông khe hở không khí:**

$$B_\delta = \frac{\Phi.10^4}{\alpha_\delta.\tau.l_\delta} = \frac{0,157}{0,66.39,3.45} E_1 = 1,35 E_1$$

**60. Hệ số khe hở không khí ở stato: theo 4-15**

$$k_{\delta 1} = \frac{t_1 + 10\delta'}{(t_1 - b_{r1}) + 10\delta'} = \frac{4,35 + 10.0,525}{(4,35 - 1,75) + 10.0,525} = 1,223$$

**61. Hệ số khe hở không khí ở rôto:**

$$k_{\delta 2} = \frac{t_2 + 10\delta'}{(t_2 - b_{4c}) + 10\delta'} = \frac{3,6 + 10.0,525}{(3,6 - 0,4) + 10.0,525} = 1,05$$

**62. Hệ số khe hở không khí: theo 4-17**

$$k_\delta = k_{\delta 1}.k_{\delta 2} = 1,223.1,05 = 1,285$$

**63. Sức từ động khe hở không khí: theo 4-18**

$$F_\delta = 1,6.B_\delta.\delta.k_\delta.10^4 = 1,6.1,285.0,45.1,35.E_1 = 1,25 E_1$$

**64. Chiều rộng răng stato ở 1/3 chiều cao rãnh:**

$$b_{\frac{1}{3}} = t_{\frac{1}{3}} - b_{r1} = 4,7 - 1,75 = 2,95 \text{ cm}$$

Trong đó: 
$$t_{z_1} = \frac{\Pi \left( D + 2h_{r_1} \right)}{Z_1} = \frac{\Pi \left( 75 + 2 \cdot \frac{8,7}{3} \right)}{54} = 4,7 \text{ cm}$$

**65. Mật độ từ thông ở răng stato: theo 4-22**

$$B_{z_1} = \frac{B_\delta \cdot t_1 \cdot l_\delta}{b_{z_1} \cdot l_{fe} \cdot k_{cl}} = \frac{1,35 \cdot 4,35 \cdot 45}{2,95 \cdot 36,15 \cdot 0,93} \cdot E_1 \cdot 10^{-4} = 2,66 \cdot 10^{-4} \cdot E_1$$

**66. Sức từ động răng stato:**

$$F_{z_1} = 2 \cdot h_{r_1} \cdot H_{z_1} = 2 \cdot 8,7 \cdot H_{z_1} = 17,4 H_{z_1}$$

**67. Mật độ từ thông trên gông stato:**

$$B_{g_1} = \frac{\Phi \cdot 10^4}{2 \cdot l \cdot h_{g_1} \cdot k_{cl}} = \frac{0,157}{2 \cdot 36,15 \cdot 0,93 \cdot 12,8} E_1 = 1,83 \cdot 10^{-4} E_1$$

**68. Sức từ động trên gông stato:**

$$F_{g_1} = \xi \cdot L_{g_1} \cdot H_{g_1} = 55 \xi \cdot H_{g_1}$$

Trong đó: 
$$L_{g_1} = \frac{\Pi(D_n - h_{g_1})}{2p} = \frac{\Pi(118 - 12,8)}{6} = 55 \text{ cm}$$

Tra bảng 4-16 ta được  $\xi = 1$

**69. Chiều cao rãnh rôto:**

$$h_{r_2} = h_{42} + d_c = 0,2 + 1,2 = 1,4 \text{ cm}$$

**70. Chiều rộng rãnh trên cực từ 1/3 chiều cao rãnh:**

$$b_{z_2} = \frac{D - 2\delta - \frac{2}{3} h_{r_2}}{D - 2\delta} t_2 - 0,94 d'_c = \frac{75 - 2 \cdot 0,45 - \frac{2}{3} \cdot 1,4}{75 - 2 \cdot 0,45} \cdot 3,6 - 0,94 \cdot 1,21 = 2,4 \text{ cm}$$

**71. Mật độ từ thông trên gông cực từ:**

$$B_{z_2} = \frac{B_\delta \cdot t_2 \cdot l_\delta}{b_{z_2} \cdot l_2 \cdot k_{cl}} = \frac{1,35 \cdot 3,6 \cdot 45}{2,4 \cdot 44,15 \cdot 0,95} \cdot 10^{-4} \cdot E_1 = 2,18 \cdot 10^{-4} E_1$$

**72. Sức từ động trên răng cực từ:**

$$F_{z_2} = 2 h_{z_2} \cdot H_{z_2} = 2 \cdot 1,4 \cdot H_{z_2} = 2,8 H_{z_2}$$