

Chương 8 : ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT PHA CÓ VÀNH GÓP

Động cơ 1 pha có vành góp có kết cấu tương tự như động cơ điện 1 chiều, nhưng điện áp đặt vào là điện áp xoay chiều 1 pha. Loại động cơ này được dùng nhiều trong các máy sinh hoạt dân dụng.

8.1 Sức điện động biến áp và sức điện động quay.

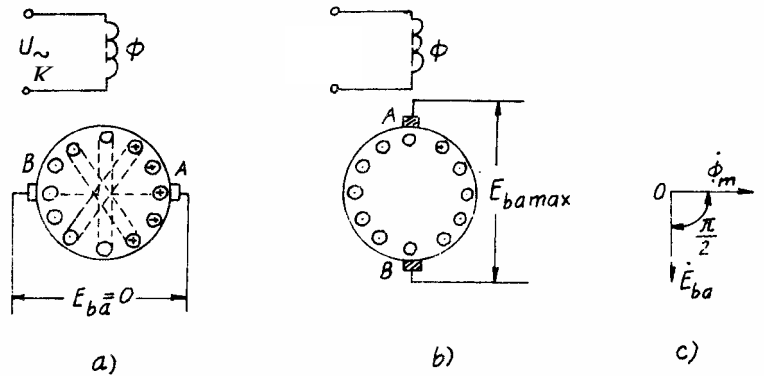
Khi động cơ điện 1 pha có vành góp làm việc trong dây quấn phần ứng cảm ứng được 2 loại sức điện động là: s.đ.đ biến áp và s.đ.đ quay.

1. S.đ.đ biến áp, E_{ba} .

Đặt điện áp xoay chiều 1 pha U_{\sim} vào dây quấn kích từ K trên phần tĩnh, từ thông ϕ do dòng điện xoay chiều tạo nên sẽ đập mạch với tần số f của lưới điện. Khi $n = 0$ từ thông đó sẽ biến thiên và xuyên qua dây quấn phần ứng và cảm ứng nên trong các thanh dẫn của dây quấn phần ứng các sức điện động như trong máy biến áp, E_{ba} dây quấn kích thích là dây quấn sơ cấp và dây quấn phần ứng là thứ cấp. Chiều của s.đ.đ ở hai phía trục dây quấn kích từ K sẽ trái dấu nhau.

Nếu chổi than đặt trên đường trung tính hình học thì s.đ.đ trong các thanh dẫn ở hai phía trục dây quấn kích từ sẽ triệt tiêu nhau, hình 8.1a, nên $E_{ba} = 0$.

Nếu chổi than đặt trên trục dây quấn kích từ thì $E_{ba} = E_{ba\max}$, hình 8.1b.



Hình 8.1 S.đ.đ E_{ba} do từ trường đập mạch sinh ra

Trị hiệu dụng của s.đ.đ biến áp là:

$$E_{ba} = 4,44 f W k_{dq} \phi_{\max} \quad 8.1$$

S.đ.đ biến áp chậm sau ϕ một góc 90° , hình 8.1c.

Khi chổi than lệch với đường trung tính hình học một góc α , hình 8.2, thì:

$$E_{ba}(\alpha) = E_{ba} \sin \alpha \quad 8.2$$

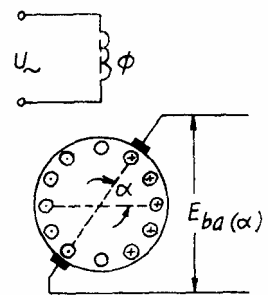
2. Sức điện động quay E_q

Nếu $\phi_m = const$, khi phần ứng quay với tốc độ n , các thanh dẫn của dây quấn phần ứng quét qua từ trường kích từ ϕ và sẽ cảm ứng được s.đ.đ xoay chiều có tần số $f = pn/60$, nhưng s.đ.đ lấy ra ở 2 đầu chổi than là s.đ.đ 1 chiều, như trong máy điện một chiều,

$$E_q = \frac{pN}{60.a} \phi_m . n \quad 8.3$$

Khi chổi than nằm trên trục trung tính hình học $E_q = E_{q\max}$ và khi chổi than nằm trên trục dây quấn kích thích thì $E_q = 0$.

Khi chổi than lệch với đường trung tính hình học một góc α , thì:



Hình 8.2 E_{ba} khi chổi than lệch TTHH,

$$E_q(\alpha) = E_q \cos \alpha. \quad 8.4$$

Nếu từ thông đập mạch với tần số f và phân ứng quay với tốc độ n thì trong mỗi phần tử dây quấn sẽ tồn tại cả 2 loại s.đ.đ: S.đ.đ quay có tần số $f_q = pn/60$ và s.đ.đ biến áp có tần số $f_{ba} = f$.

Khi chổi than đặt trên đường trung tính hình học thì $E_{ba} = 0$ còn $E_q \equiv \phi_m$ khi $n = const$. Chiều của E_q phụ thuộc chiều của n như hình 8.3.

Khi chổi than lệch so với trung tính hình học một góc α nào đó thì sẽ tồn tại cả hai loại E_{ba} và E_q có cùng tần số f .

$$E = \sqrt{E_{ba}^2 \sin^2 \alpha + E_q^2 \cos^2 \alpha} \quad 8.5$$

8.2 Động cơ nối tiếp một pha

1. Sơ lược cấu tạo và nguyên lý làm việc.

Về kết cấu động cơ điện một pha giống như động cơ điện một chiều kích thích nối tiếp. Nhưng vì nó được dùng với lưới điện xoay chiều nên mạch từ của nó được làm bằng thép kỹ thuật điện. Động cơ nhỏ thường có cấu tạo cực lõi, động cơ lớn có cấu tạo cực ản. Trên cực từ ngoài dq kích thích K , để cải thiện đổi chiều người ta cũng bố trí dq bù B và cực từ phụ F như động cơ điện một chiều, hình 8.4.

Nguyên lý: Khi đặt đ/a xoay chiều một pha vào động cơ, từ thông ϕ tác dụng với dòng điện I chạy dây quấn phần ứng tạo nên mô men làm cho động cơ quay. Vì phần ứng nối tiếp với dây quấn kích thích nên ϕ và I luôn cùng dấu với nhau, do đó mômen luôn dương hay động cơ luôn quay theo một chiều xác định.

Loại động cơ 1 pha này được dùng nhiều trong các máy sinh hoạt.

2. Mômen của động cơ.

Giả sử:

$$i_u = I_{um} \sin \omega t \quad 8.6$$

$$\phi = \phi_m \sin(\omega t - \gamma) \quad 8.7$$

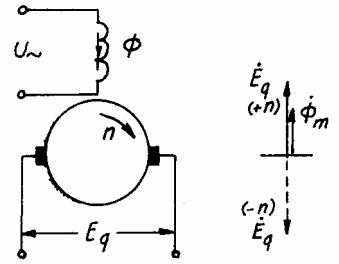
với γ là góc lệch giữa i_u và ϕ do tổn hao sắt từ
Giống như máy điện 1 chiều, ta có mômen tức thời

$$M_t = \frac{pN}{\pi} i_u \phi = \frac{pN}{\pi} I_{um} \phi_m \sin \omega t \sin(\omega t + \gamma) \quad 8.8$$

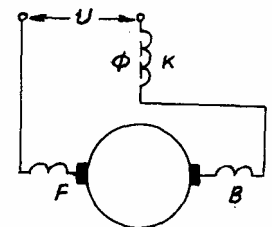
Mômen trung bình

$$M = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} M_t dt = \frac{pN}{2\pi} I_u \phi_m \cos \gamma = C_M I_u \phi_m \cos \gamma \quad 8.9$$

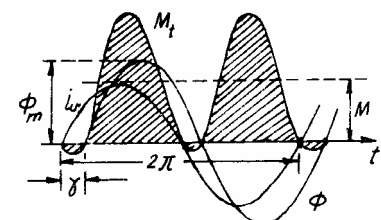
Với I_u là trị hiệu dụng dòng điện trong một nhánh song song của dây quấn phần ứng. ϕ_m là biên độ từ thông kích từ, γ rất nhỏ nên $\cos \gamma \approx 1$ nên mômen của động cơ khá lớn. Đường cong dòng điện, từ thông và mômen của động cơ 1 pha có vánh gợn như hình 8.5.



Hình 8.3



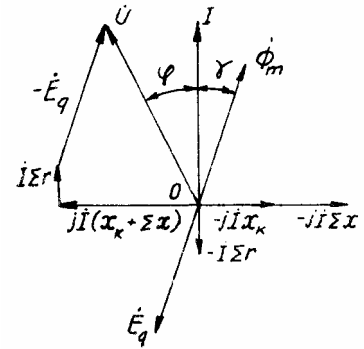
Hình 8.4
Đ/cơ điện nối tiếp



Hình 8.5 Đường cong i , ϕ và M của động cơ

3. Đồ thị véc tơ

Giả sử động cơ quay với tốc độ n và chổi than đặt trên trung tính hình học, thì khi đặt điện áp U vào động cơ, dòng điện I chạy trong các dây quấn chậm pha so với U một góc φ . Từ thông chính Φ chậm pha so với I một góc γ (tổn hao sắt). Sức điện động quay E_q ngược pha so với, Φ (chế độ động cơ, E ngược chiều I). Sức điện động biến áp $E_{ba} = 0$ (vì chổi than đặt trên trung tính hình học). Sức điện động rơi trên điện kháng của các dây quấn chậm pha so với I một góc 90° : S.đ.đ cảm ứng trên dây quấn kích thích $-jIx_K$ (x_K là điện kháng của dây quấn kích thích); s.đ.đ tổng của các dây quấn khác $-jI\sum x$ (với $\sum x$ là tổng điện kháng của dây quấn phần ứng, dây quấn bù và dây quấn cực từ phụ). Sụt áp trên các điện trở $-I\sum r$ (với $\sum r$ là tổng điện trở của các dây quấn kể cả điện trở tiếp xúc của chổi than)



Hình 8.6 Đồ thị

Phương trình điện áp của động cơ nối tiếp một pha.

$$\dot{U} = -\dot{E}_q + I\sum r + jI(x_K + \sum x) \quad 8.10$$

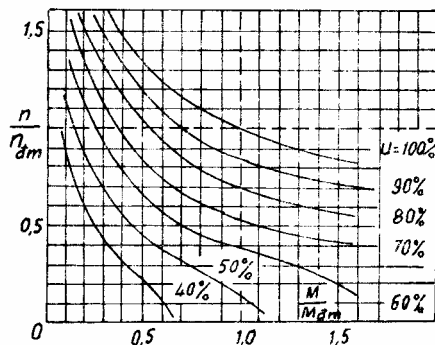
Từ sự phân tích ở trên và phương trình 8.10 ta vẽ được đồ thị véc tơ như hình 8.6.

Động cơ nối tiếp 1 pha có $\cos\varphi = 0,7 - 0,95$ tốc độ càng cao hệ số $\cos\varphi$ càng cao.

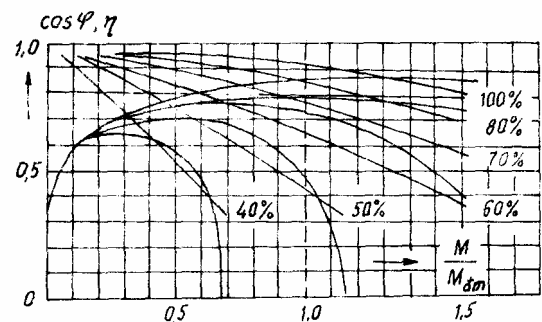
4. Các đặc tính làm việc.

Đặc tính cơ $n = f(M)$ như động cơ điện 1 chiều kích thích nối tiếp, hình 8.7. Đặc tính hiệu suất $\eta = f(M)$ và $\cos\varphi = f(M)$ như hình 8.8

Để nâng cao hệ số $\cos\varphi$ thường các loại động cơ này được chế tạo với khe hở rất bé, với máy bé hơn 100 kW , $\delta = 1,5 - 2,5 \text{ mm}$; máy có công suất lớn hơn $\delta = 2 - 4 \text{ mm}$



Hình 8.7 Đặc tính cơ n

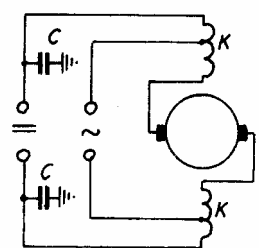


Hình 8.8 Đặc tính $\eta = f(M)$ và $\cos\varphi$

5. ứng dụng.

Động cơ điện có vành góp 1 pha được dùng nhiều trong lĩnh vực đường sắt, đầu máy xe điện,... Với khả năng đạt tốc độ cao (3000 - 30.000 vg/ph) và phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng nên nó được dùng cho máy hút bụi, máy mài, máy khâu,...

Với nguyên lý trên người ta chế các động cơ vạn năng để có thể sử dụng lưới điện xoay chiều hoặc một chiều, sơ đồ nguyên lý như hình 8.9. Tụ điện C để giảm nhiễu vô tuyến.



Hình 8.9 Đ/cơ

8.3 Động cơ điện đẩy.

1. Động cơ điện đẩy 2 dây quấn phân tĩnh

Động cơ này phân tĩnh có 2 dây quấn, kích từ K và bù B nối nối tiếp, đặt vuông trục với nhau, dây quấn phân ứng được nối ngắn mạch. Khi đặt một điện áp xoay chiều vào dây quấn phân tĩnh hình 8.8a.

Nếu chổi than đặt trên đường trung tính hình học, ban đầu khi $n = 0$, S.đ.đ $E_q = 0$, từ thông của cuộn bù B cảm ứng nên E_{bamax} , hình b. Vì dây quấn phân ứng nối ngắn nên trong nó có dòng I_2 . Dòng điện này tác dụng với ϕ_K tạo nên mômen quay làm động cơ quay. Lúc đấy ta thấy dường như có một sự đẩy giữa từ trường phân ứng và từ trường cực từ để tạo ra mômen quay, nên nó có tên là động cơ điện đẩy.

Khi chổi than nằm trùng với trục dây quấn K thì $E_{ba} = 0$, hình c, nên $I_2 = 0$ và mômen bằng không nên động cơ không quay.

Biểu thức mômen quay vẫn có dạng quen thuộc:

$$M = C_m I_2 \phi_K \cos(\dot{I}_2, \dot{\phi}_K) \quad 8.11$$

Vì góc giữa I_2 và ϕ_K gần bằng không nên:

$$M \approx C_m I_2 \phi_K \quad 8.12$$

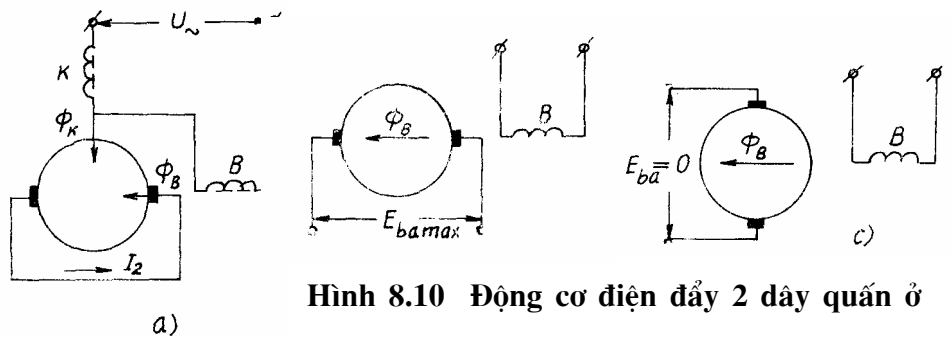
2 Động cơ điện đẩy có một dây quấn trên phân tĩnh (Đ/c Tômxon)

Trên phân tĩnh chỉ có một dây quấn w , hình 8.11a, nhưng chổi than có thể xê dịch một góc α bất kỳ. Lúc này ta phân w thành hai phần $w_1 = w \sin \alpha$ đóng vai trò cuộn K và $w_2 = w \cos \alpha$ đóng vai trò cuộn B , hình 8.11b. Chiều quay của loại động cơ này phụ thuộc vào chiều xê dịch chổi than đối với trục của của w .

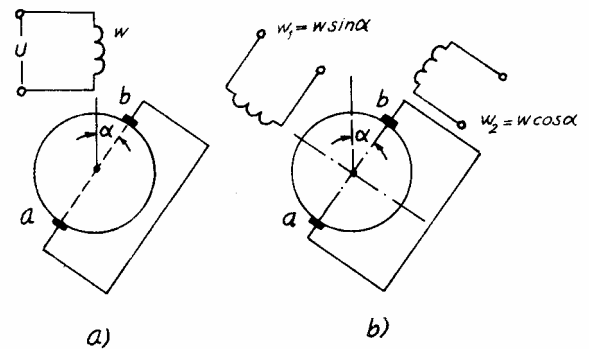
Khi $\alpha = 90^\circ$, $E_{ba} = 0$, $M = 0$, đây là chế độ không tải, hình 8.12a.

Khi $\alpha = 0$, $E_{ba} = E_{bamax}$ và trong dây quấn phân ứng có dòng điện I_2 , dòng điện này ngược với dòng điện kích thích nên $M = 0$. Tại vị trí này của chổi than động cơ được xem như m.b.a làm việc ngắn mạch, vị trí chổi than được coi là vị trí ngắn mạch, hình 8.12b.

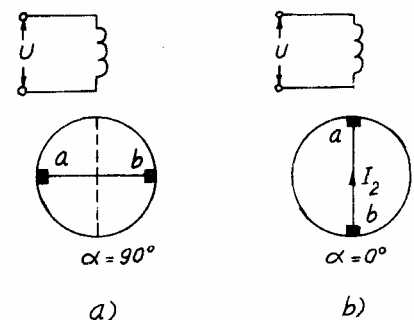
Tại các vị trí góc α khác đặc tính cơ và các đặc tính làm việc giống như động cơ kích thích nối tiếp. Việc điều chỉnh n bằng cách xê dịch vị trí của chổi than.



Hình 8.10 Động cơ điện đẩy 2 dây quấn ở



Hình 8.11 Đ/cơ chỉ có 1 dây quấn



Hình 8.12 Vị trí chổi than khi không tải (a) và ngắn