

Đại Học Đà Nẵng - Trường Đại học Bách Khoa
Khoa Điện - Nhóm Chuyên môn Điện Công Nghiệp

Giáo trình MÁY ĐIỆN 1

Biên soạn: Bùi Tấn Lợi

Chương 15

ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ ỨNG DỤNG HIỆU ỨNG MẶT NGOÀI

15.1. ĐẠI CƯƠNG

Ta mong muốn động cơ không đồng bộ (ĐK) có :

- Khi khởi động thì mômen khởi động M_K lớn và dòng khởi động I_K nhỏ.
- Lúc làm việc bình thường thì hiệu suất của động cơ η cao.

Với các yêu cầu trên thì động cơ không đồng bộ rôto dây quấn và rôto lồng sóc, loại nào đáp ứng được ?.

- ĐK rôto dây quấn : Thực hiện được các yêu cầu trên dễ dàng.
- ĐK rôto lồng sóc : phải nhận xét thêm.

Nhận xét ưu khuyết điểm của động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc rãnh thường :

+ Ưu điểm :

- Chế tạo đơn giản
- Làm việc chắc chắn
- Đặc tính làm việc tốt

+ Khuyết điểm :

- Dòng khởi động I_K lớn
- Mômen khởi động M_K nhỏ

Nếu dùng vật liệu để chế tạo R_2 lớn thì M_K lớn và η giảm.

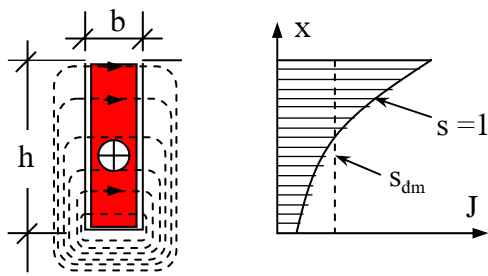
Để khắc phục :

- Chế tạo động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc rãnh sâu và
- Chế tạo động cơ không đồng bộ rôto 2 lồng sóc.

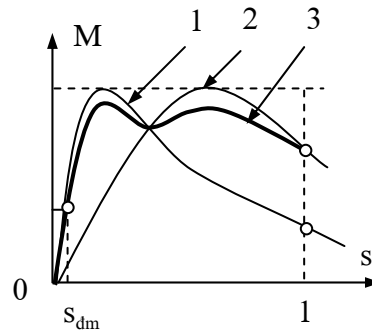
15.2. ĐỘNG CƠ RÔTO RÃNH SÂU

Động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc rãnh sâu lợi dụng hiện tượng từ thông tản trong rãnh rôto gây nên hiện tượng hiệu ứng mặt ngoài khi khởi động làm điện trở rôto R_2 tăng lên để cải thiện đặc tính khởi động.

15.2.1. Cấu tạo rãnh rôto



Hình 15.1 Sự phân bố từ thông tản và mật độ dòng điện ở rôto khi khởi động



Hình 15.2 Đặc tính cơ khi khởi động

Thông thường chiều cao của rãnh rôto (hình 15.1) $h = 40 \div 60$ mm và tỉ số $h/b = 10 \div 12$ lần thì điện trở rôto tăng $3 \div 4$ lần khi khởi động. Với $R_{2(1)}$ là điện trở khi $s = s_{dm}$, dòng điện phân bố đều (đường 1); $R_{2(2)}$ là điện trở khi $s = 1$, dòng tập trung trên miệng rãnh (đường 2). Còn đường 3 là đường biểu diễn đặc tính cơ thực tế của động cơ rôto rãnh sâu khi hệ số trượt s thay đổi từ $1 \div s_{dm}$, khi đó điện trở $R_{2(2)}$ giảm dần về $R_{2(1)}$.

15.2.2. Nguyên lý làm việc

+ *Khi khởi động* : tốc độ rôto $n = 0$, hệ số trượt $s = 1$ và $f_2 = sf_1 = f_1$, từ thông tản tại thời điểm này tập trung ở đáy rãnh (hình 15.1), càng lên trên miệng rãnh từ thông càng ít đi do đó điện kháng tản ở đáy rãnh lớn, và phía miệng rãnh nhỏ vì vậy dòng điện tập trung lên phía trên miệng rãnh. Kết quả của việc tập trung dòng điện lên phía trên miệng rãnh được coi như tiết diện của dây dẫn bị nhỏ đi điện trở rôto tăng lên làm M_k tăng lên.

+ *Khi tốc độ tăng lên* : lúc này f_2 giảm, hiệu ứng mặt ngoài giảm đi và dòng điện dần dần phân bố đều lại và R_2 được coi như nhỏ lại và khi máy làm việc bình thường $f_2 = (2 \div 3)$ Hz, hiệu ứng mặt ngoài lúc này hầu như không có, đặc tính làm việc giống như động cơ bình thường.

15.2.3. Mạch điện thay thế

+ Điện trở của rôto :

Điện trở và điện kháng của rôto khi xét hiệu ứng mặt ngoài :

$$r_2' = k_r r_{2r}' + r_{2v}'$$

$$x_2' = k_x x_{2r}' + x_{2v}'$$

trong đó :

r : ký hiệu nhỏ chỉ rãnh rôto.

v : ký hiệu nhỏ chỉ vành ngắn mạch.

k_r : hệ số tăng điện trở do hiệu ứng mặt ngoài.

k_x : hệ số giảm điện kháng tản do hiệu ứng mặt ngoài.

Hệ số k_r và k_x phụ thuộc chiều cao qui đổi ξ :

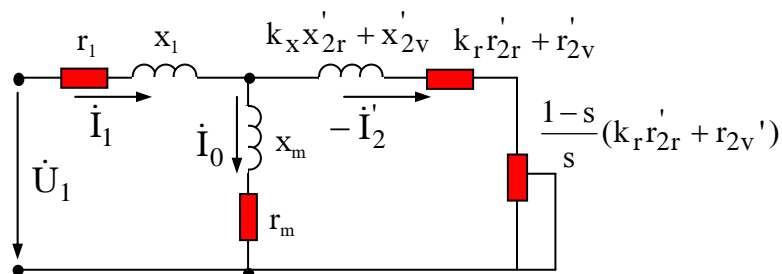
$$\xi = h_r \sqrt{s \frac{\rho}{\rho_{Cu}}}$$

trong đó : + s : hệ số trượt.;

+ h_r : chiều cao rãnh.

+ ρ, ρ_{Cu} : điện trở suất vật liệu làm thanh dẫn và đồng.

+ Mạch điện thay thế : (hình 15.3)



Hình 15.3 Mạch điện thay thế động cơ rôto rãnh sâu

Bội số dòng và bội số mômen ở điện áp định mức :

$$\frac{I_k}{I_{dm}} = 4,5 \div 6 \quad \text{và} \quad \frac{M_{max}}{M_{dm}} = 1 \div 1,4$$

Hiệu suất của động cơ rãnh sâu không khác rãnh thường là bao, chỉ có $\cos\phi$ hơi thấp vì điện kháng tản rôto rãnh sâu lớn hơn loại rãnh thường. Cũng vì lý do đó nên M_{max} cũng nhỏ hơn. Phạm vi công suất loại động cơ này vào khoảng 50÷200kW.

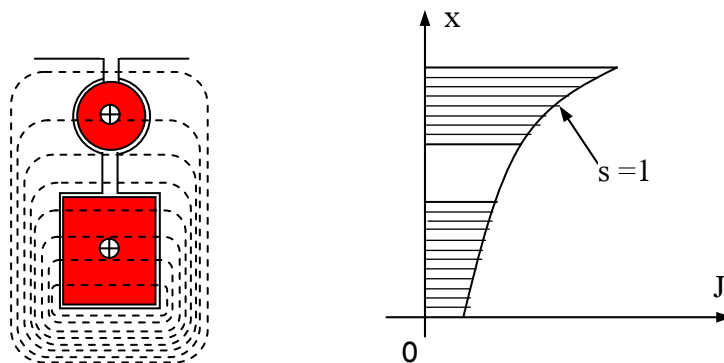
15.3. ĐỘNG CƠ RÔTO HAI LỒNG SÓC

15.3.1. Cấu tạo rãnh rôto

Rãnh rôto chế tạo gồm hai lồng sóc :

+ *Lồng sóc ngoài* : dùng để mở máy, chế tạo với tiết diện S nhỏ, vật liệu có điện trở suất ρ lớn, để có điện trở khởi động R_{2kd} lớn.

+ *Lồng sóc trong* : gọi là lồng sóc làm việc, chế tạo với tiết diện S lớn, vật liệu có điện trở suất ρ nhỏ, để có điện trở làm việc R_{2lv} nhỏ .

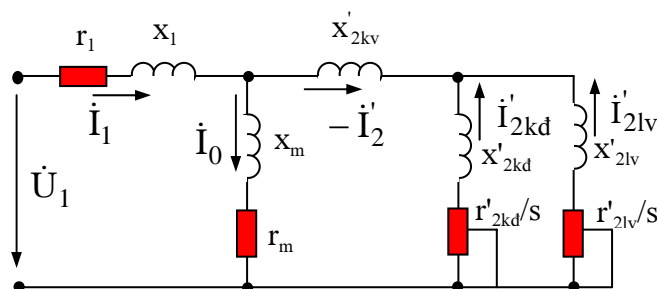


Hình 15.4 Động cơ không đồng bộ rôto hai lồng sóc
a) Sự phân bố từ thông tản; b) Phân bố mật độ dòng khi khởi động

15.3.2. Nguyên lý làm việc

Khi mở máy thì $f_2 = f_1$, do hiệu ứng mặt ngoài nên dòng điện tập trung ở lồng sóc ngoài, mà R_2 ngoài lại lớn nữa nên M_m lớn. Khi làm việc bình thường, tần số f_2 nhỏ mà R_2 trong cũng nhỏ nữa nên dòng điện lớn và mômen chủ yếu do lồng sóc này tạo ra.

15.3.3. Mạch điện thay thế (hình 15.5)



Hình 15.5 Mạch điện thay thế động cơ không đồng bộ rôto hai lồng sóc

Dòng điện : $\dot{I}'_2 = \dot{I}'_{2kd} + \dot{I}'_{2lv}$

Điện kháng tản:

x'_{2kd} do từ thông tản Φ_{tkd} ứng với dòng \dot{I}'_{2kd}

x'_{2lv} do từ thông tản Φ_{tlv} ứng với dòng \dot{I}'_{2lv}

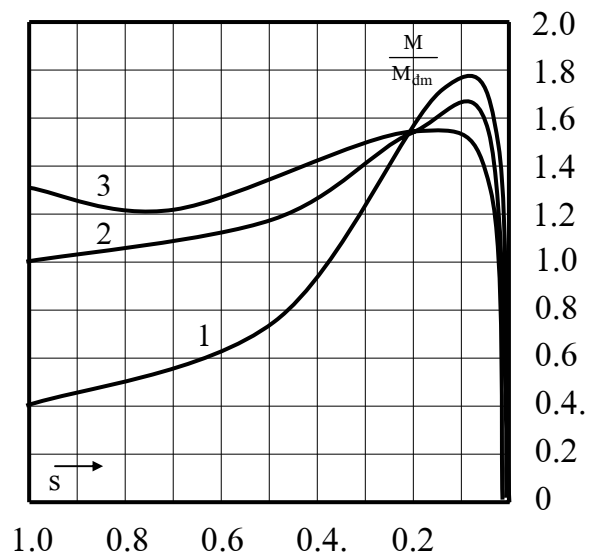
x'_{2kv} do từ thông tản Φ_{tkv} ứng với dòng \dot{I}'_{2kv}

Bội số dòng điện và mômen ở động cơ rôto hai lồng sóc nằm trong khoảng:

$$\frac{I_k}{I_{dm}} = 4 \div 6; \quad \frac{M_{max}}{M_{dm}} = 1,2 \div 2$$

Điện kháng tản rôto lớn nên $\cos\varphi$ thấp. So với loại rôto rãnh sâu thì động cơ điện loại này dùng nhiều kim loại màu hơn, nhưng có thể thiết kế đặc tính mô máy linh hoạt hơn. Phạm vi công suất loại động cơ này vào khoảng 30÷1250kW

Hình 15.6 trình bày đặc tính $M = f(s)$ của các loại động cơ điện thường (đường 1), động cơ điện rãnh sâu (đường 2) và động cơ điện rôto lồng sóc kép (đường 3).



Hình 15.6 Đặc tính $M=f(s)$ của động cơ không đồng bộ rôto lồng

