

VŨ QUANG HỒI



* S 1 0 0 0 4 3 4 8 *

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

MÁY CÔNG NGHIỆP DÙNG CHUNG



2009 | PDF | 434 Pages
buihuuhanh@gmail.com

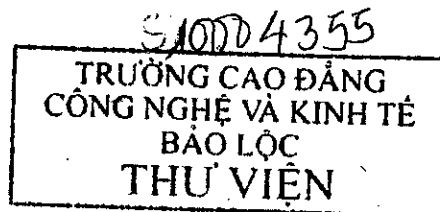


NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

VŨ QUANG HỒI

TRANG BỊ ĐIỆN ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP

(Tái bản lần thứ năm)



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Công ty Cổ phần sách Đại học - Dạy nghề – Nhà xuất bản Giáo dục giữ quyền công bố tác phẩm.
Mọi tổ chức, cá nhân muốn sử dụng tác phẩm dưới mọi hình thức phải được sự đồng ý của chủ sở hữu quyền tác giả.

04 2009/CXB/135 -- 2117/GD

Mã số : 7B530y9 – DAI

LỜI NÓI ĐẦU

Trong mọi ngành sản xuất hiện nay, các công nghệ tiên tiến, các dây chuyền, thiết bị hiện đại đã và đang thâm nhập vào nước ta. Với chính sách mở cửa của Đảng và Nhà nước, chắc chắn nền kỹ nghệ tiên tiến của thế giới ngày càng thâm nhập nhanh, nhiều vào Việt Nam. Tác dụng của các công nghệ mới và của những dây chuyền, thiết bị hiện đại đã góp phần tích cực thúc đẩy sự nghiệp công nghiệp hóa – hiện đại hóa đất nước mà Nghị quyết Đại hội VIII của Đảng đã đề ra.

Các máy hiện đại trong mọi lĩnh vực, đa phần hoạt động nhờ điện năng thông qua các thiết bị chuyển đổi điện năng thành cơ năng, nhiệt năng... Việc điều khiển các quá trình chuyển đổi này trong các máy với các mục đích khác nhau cũng ngày càng đa dạng và phức tạp.

Cuốn Trang bị điện – điện tử công nghiệp này nhằm đóng góp một phần vào việc giới thiệu và hồi dưỡng những kiến thức phổ cập nhất về các thiết bị điện và các phương pháp điều khiển, sử dụng chúng.

Cuốn sách gồm 9 chương:

Chương 1. Giới thiệu tổng quan về một hệ thống truyền động điện, các cách phân loại, phương trình chuyển động của hệ, cách tính quy đổi một số đại lượng trong hệ và đặc tính cơ của hệ.

Chương 2. Trình bày những khái niệm và lý thuyết cơ bản, các đặc tính chủ yếu của các loại động cơ thông dụng trong công nghiệp: động cơ một chiều kích từ độc lập, song song và nối tiếp; động cơ xoay chiều ba pha không đồng bộ rotor ngắn mạch và rotor dây quấn; động cơ đồng bộ; động cơ xoay chiều ba pha có cổ góp. Trong chương này cũng trình bày các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ và hãm điện động cơ.

Chương 3. Đề cập tới các chế độ làm việc của động cơ và các phương pháp tính chọn công suất động cơ dùng truyền động máy tương ứng với các chế độ làm việc của chúng.

Chương 4. Cung cấp những khái niệm và những kiến thức cơ bản nhất, những đặc điểm nổi bật nhất của các bộ biến đổi thường dùng trong công nghiệp: các bộ chỉnh lưu không điều khiển và có điều khiển, các bộ biến tần phụ thuộc và độc lập, các bộ điều chỉnh dòng điện xoay chiều, các bộ hãm điện áp một chiều... cũng như ứng dụng của chúng trong các hệ thống điều khiển tự động truyền động điện.

Chương 5. Trình bày các hệ thống điều chỉnh tốc độ động cơ điện phổ biến nhất nhằm mở rộng dải điều chỉnh-tốc độ.

Chương 6. Trình bày một cách khái quát nguyên lý làm việc, nguyên tắc kết cấu của các khí cụ điện hạ áp thường dùng trong các mạch động lực và mạch điều khiển bao gồm cả các khí cụ bảo vệ, có tiếp điểm cũng như không có tiếp điểm.

Chương 7. Nêu các yêu cầu cơ bản và các nguyên tắc khống chế tự động một hệ truyền động điện và cho một số sơ đồ điển hình về khống chế tự động truyền động điện cũng như một số sơ đồ ứng dụng thực tế trên máy.

Chương 8. Đề cập tới một số đặc điểm, một vài phương pháp điều khiển trong truyền động nhiều động cơ nối theo kiểu trục cơ và theo kiểu trục điện.

Chương 9. Đề cập tới các vấn đề chung về an toàn trong sử dụng điện và các biện pháp phòng chống điện giật.

Hy vọng rằng cuốn sách sẽ giúp bạn đọc có một kiến thức tổng quát về các thiết bị điện được dùng rộng rãi trong công nghiệp với các đặc điểm làm việc thực tế, các nguyên tắc điều khiển để từ đó có thể sử dụng, khai thác chúng một cách có hiệu quả.

Thiếu sót của cuốn sách là tất yếu. Tác giả rất mong nhận được các ý kiến phê bình, nhận xét của bạn đọc để cuốn sách được hoàn thiện hơn. Xin gửi thư về địa chỉ: Bộ môn Tự động hóa XNCN, khoa Điện, trường Đại học Bách Khoa Hà Nội hoặc Nhà xuất bản Giáo Dục 81 Trần Hưng Đạo – Hà Nội.

TÁC GIẢ

Chương 1

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MỘT HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

1.1. HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Truyền động lực cho một máy, một dây chuyền sản xuất mà dùng năng lượng điện thì gọi là truyền động điện (TĐĐ).

Một hệ thống truyền động điện (HT TĐĐ) là một tập hợp các thiết bị dùng để biến đổi điện năng thành cơ năng và các thiết bị dùng để điều khiển quá trình biến đổi đó.

Về cấu trúc, một HT TĐĐ nói chung, bao gồm các khâu (hình 1.1):

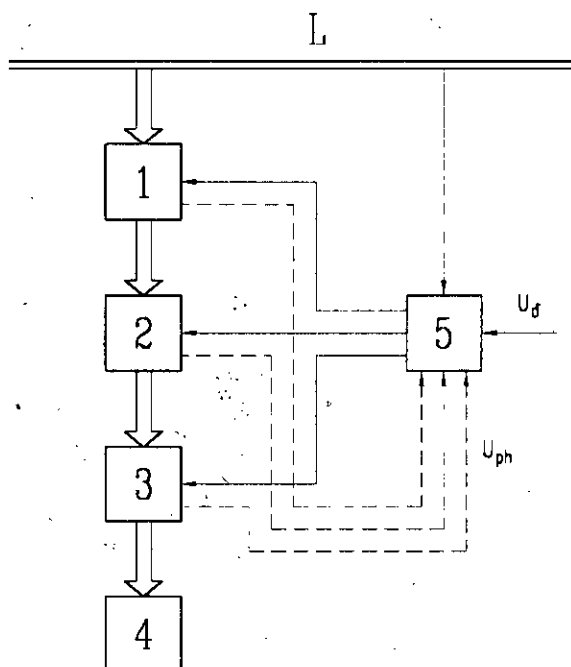
1. Bộ biến đổi: dùng để biến đổi loại dòng điện (xoay chiều thành một chiều hoặc ngược lại), biến đổi loại nguồn (nguồn áp thành nguồn dòng hoặc ngược lại), biến đổi mức điện áp (hoặc dòng điện), biến đổi số pha, biến đổi tần số...

Các bộ biến đổi (BBĐ) thường dùng là máy phát điện, hệ máy phát – động cơ (hệ F – Đ), các chỉnh lưu không điều khiển và có điều khiển, các bộ biến tần (BBT)...

2. Động cơ điện: dùng để biến đổi điện năng thành cơ năng hay cơ năng thành điện năng (khi hãm điện).

Các động cơ điện thường dùng là:

- động cơ điện xoay chiều ba pha không đồng bộ rotor lồng sóc hay dây quấn;
- động cơ điện một chiều kích từ độc lập, song song, nối tiếp, hỗn hợp hay kích từ bằng nam châm vĩnh cửu;
- động cơ điện xoay chiều ba pha có cổ góp;
- động cơ đồng bộ...



HÌNH 1.1. Sơ đồ cấu trúc một HT TĐĐ:

- L – lưới điện; U_d – tín hiệu đặt;
 U_{ph} – các tín hiệu phản hồi;
1 – bộ biến đổi; 2 – động cơ điện;
3 – thiết bị truyền lực; 4 – cơ cấu sản xuất;
5 – thiết bị điều khiển.

3. Khâu truyền lực: dùng để truyền lực từ trục động cơ điện đến cơ cấu sản xuất hoặc dùng để biến đổi dạng chuyển động (quay thành tịnh tiến hay lắc) hoặc làm phù hợp về tốc độ, mô men, lực.

Để truyền lực, có thể dùng các bánh răng, thanh răng, trục vít, xích, đai truyền, các bộ ly hợp cơ hoặc điện từ...

4. Cơ cấu sản xuất hay cơ cấu làm việc: thực hiện các thao tác sản xuất và công nghệ (gia công chi tiết, nâng – hạ tải trọng, dịch chuyển...)

5. Khối điều khiển: là các thiết bị dùng để điều khiển bộ biến đổi, động cơ điện, cơ cấu truyền lực.

Sử dụng trong khối này có thể là các khí cụ đóng cắt mạch có tiếp điểm (các rơle, công tắc tơ) hay không có tiếp điểm (điện tử, bán dẫn), các bộ khuếch đại, các bộ điều chỉnh (regulator), các máy tính, các bộ vi xử lý (microprocessor), các bộ điều khiển theo chương trình, CPU, PLC, CNC...

Các thiết bị đo lường, cảm biến (sensor) dùng để lấy các tín hiệu phản hồi có thể là các loại đồng hồ đo, các cảm biến từ, cơ, quang...

Một HT TĐĐ không nhất thiết phải có đầy đủ các khâu như đã nêu. Tuy nhiên, một HT TĐĐ bất kỳ luôn bao gồm 2 phần chính:

- Phần lực: bao gồm bộ biến đổi và động cơ điện.
- Phần điều khiển.

Một HT TĐĐ được gọi là hệ hở khi không có phản hồi, được gọi là hệ kín khi có phản hồi nghĩa là giá trị của đại lượng đầu ra được đưa trở lại đầu vào dưới dạng một tín hiệu nào đó để điều chỉnh lại việc điều khiển sao cho đại lượng đầu ra đạt một giá trị mong muốn nào đó.

1.2. PHÂN LOẠI HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Có nhiều cách phân loại:

1. Theo số động cơ sử dụng, được chia ra làm 3 loại:

a. Truyền động nhóm: là hệ TĐĐ dùng một động cơ điện để kéo một nhóm gồm nhiều máy sản xuất (hình 1.2a). Trong truyền động nhóm, động cơ điện kéo một trục chính rồi từ đó qua các dây đai truyền lực tới các máy sản xuất. Hình thức truyền động này hiện nay không dùng vì công kênh, kém an toàn, khó tự động hóa và động cơ điện thường chạy non tải vì không phải lúc nào mọi máy đều làm việc.

b. Truyền động đơn: là hệ TĐĐ dùng một động cơ điện để kéo toàn bộ một máy (hình 1.2b).

Trong hệ TĐ đơn, các chuyển động khác nhau trong máy đều do một động cơ duy nhất đảm nhận, thông qua các bộ truyền cơ khí. Hình thức truyền động này tốt hơn truyền động nhóm nhưng kết cấu cơ khí của máy vẫn còn phức tạp và việc tự động hóa ở mức cao sẽ gặp nhiều khó khăn. Hệ này hiện nay cũng ít dùng.

c. **Truyền động nhiều động cơ:**
 Trong hệ TĐ này, mỗi chuyển động riêng biệt của máy do một động cơ riêng đảm nhận (hình 1.2c).

Hình thức TĐ này làm đơn giản nhiều kết cấu cơ khí, giảm kích thước và trọng lượng máy; công suất động cơ được tận dụng, dễ tự động hóa ngay cả ở mức độ cao. Song, mạch điện phức tạp hơn nhiều. Hiện nay, hình thức TĐ này được dùng phổ biến.

2. Theo đặc điểm chuyển động, chia ra:

- Chuyển động quay;
- Chuyển động thẳng.

3. Theo chế độ làm việc, chia ra:

- Chế độ làm việc liên tục;
- Chế độ làm việc gián đoạn.

4. Theo chiều quay của động cơ, chia ra:

- Truyền động có đảo chiều (quay);
- Truyền động không đảo chiều (quay).

5. Theo loại dòng điện, chia ra:

- Truyền động điện xoay chiều: dùng động cơ điện xoay chiều;
- Truyền động điện một chiều: dùng động cơ điện một chiều.

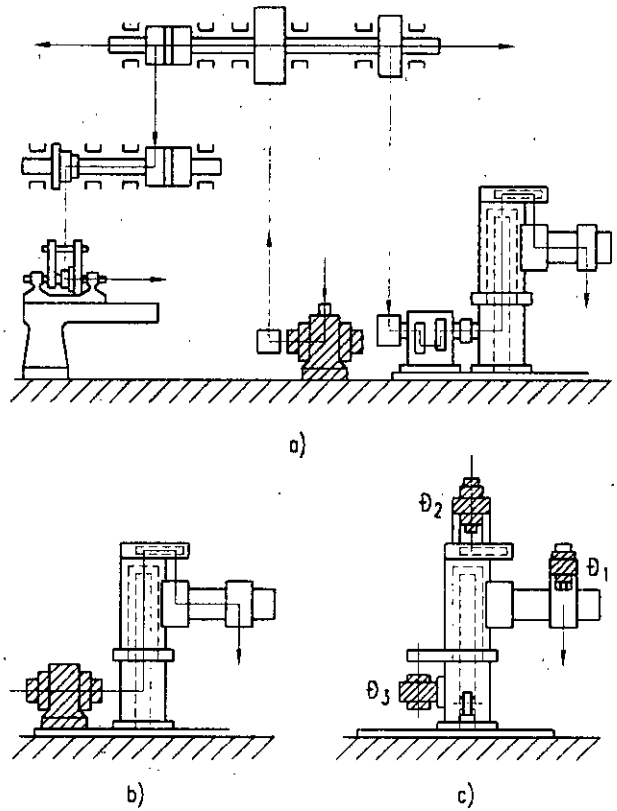
6. Theo đặc điểm thay đổi các thông số điện, chia ra:

- Truyền động không điều chỉnh: động cơ nối thẳng với nguồn điện và kéo máy với một tốc độ nhất định. Thông số điện của hệ thay đổi là do nhiều bên ngoài;
- Truyền động có điều chỉnh: thông số điện của hệ có thể thay đổi được nhờ các thiết bị điều khiển. Tùy theo công nghệ của máy sản xuất mà có truyền động điều chỉnh tốc độ, điều chỉnh vị trí, điều chỉnh lực hay mô men.

7. Theo thiết bị biến đổi (sẽ đề cập ở chương 4), chia ra:

- Hệ máy phát-động cơ (F – Đ): động cơ một chiều được cấp điện từ một máy phát điện một chiều (bộ biến đổi máy điện).

Thuộc hệ này có hệ máy điện khuếch đại – động cơ (MĐKD – Đ). Đó là hệ có bộ BD máy điện là máy điện khuếch đại (MĐKD) từ trường ngang;



HÌNH 1.2. Các hình thức truyền động của máy khoan cần:
 a) truyền động nhóm (trục chính);
 b) truyền động đơn;
 c) truyền động nhiều động cơ.

- Hệ chỉnh lưu - động cơ (CL - Đ): động cơ một chiều được cấp điện từ một bộ chỉnh lưu (BCL). Chỉnh lưu có thể không điều khiển (chỉnh lưu diode) hay có điều khiển (chỉnh lưu thyristor: hệ T - Đ)v.v...

1.3. PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG CỦA MỘT HT TĐĐ

Như đã trình bày ở trên, chuyển động của một HT TĐĐ thường có 2 loại: tịnh tiến và quay.

1.3.1. Hệ thống chuyển động tịnh tiến

Trong hệ chuyển động tịnh tiến, thường vật chuyển động có khối lượng không đổi hoặc coi như không đổi (vì lượng thay đổi là nhỏ so với khối lượng toàn bộ phần chuyển động) nên theo định luật thứ hai của Newton, ta có phương trình:

$$F_D - F_C = F_a = ma = m \frac{dv}{dt} \quad (1.1)$$

- trong đó: F_D - lực phát động do động cơ điện tạo ra (N);
 F_C - lực cản chuyển động của cơ cấu (N);
 F_a - lực động tạo ra gia tốc chuyển động (N);
 m - khối lượng quán tính của vật chuyển động (kg);
 a - gia tốc chuyển động (m/s^2);
 v - tốc độ của chuyển động (m/s);
 t - thời gian trong đó tốc độ biến đổi (s).

1.3.2. Hệ thống chuyển động quay

Trong hệ chuyển động quay, nếu cũng coi mô men quán tính không đổi thì vận dụng định luật thứ hai của Newton, ta có:

$$M_D - M_C = M_e = J\varepsilon = J \frac{d\omega}{dt} \quad (1.2)$$

- trong đó: M_D - mô men do động cơ điện tạo ra (Nm);
 M_C - mô men cản của cơ cấu (Nm);
 M_e - mô men động tạo ra gia tốc góc (Nm);
 J - mô men quán tính của vật quay (kgm^2);
 ε - gia tốc góc (rad/s^2);
 ω - tốc độ góc (rad/s);
 t - thời gian trong đó tốc độ góc biến đổi (s).

Các phương trình (1.1) và (1.2) là các phương trình cơ bản của hệ chuyển động tịnh tiến và của hệ chuyển động quay.

Nếu tốc độ quay của động cơ tính theo vòng/phút (vg/ph) thì:

$$\omega = 2\pi \frac{n}{60} = \frac{1}{9,55} n, \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)$$

nên (1.2) có thể viết là:

$$M = J\varepsilon = \frac{1}{9,55} \frac{dn}{dt} \quad (1.3)$$

Nhận xét:

Từ các phương trình (1.1) và (1.2), ta thấy:

Hệ tăng tốc khi $a = \frac{dv}{dt} > 0$ nghĩa là $F_D > F_C$;

hoặc $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} > 0$ nghĩa là $M_D > M_C$.

Hệ giảm tốc khi $a < 0$ nghĩa là $F_D < F_C$;

hoặc $\varepsilon < 0$ nghĩa là $M_D < M_C$.

Hệ ổn định khi $a = 0$ nghĩa là $F_D = F_C$;

hoặc $\varepsilon = 0$ nghĩa là $M_D = M_C$.

Trường hợp cuối hệ sẽ chuyển động đều hoặc quay đều.

1.4. MÔ MEN CÂN

Mô men cân các hệ TĐĐ có thể thuộc 2 loại:

Mô men cân phản kháng và mô men cân thế năng.

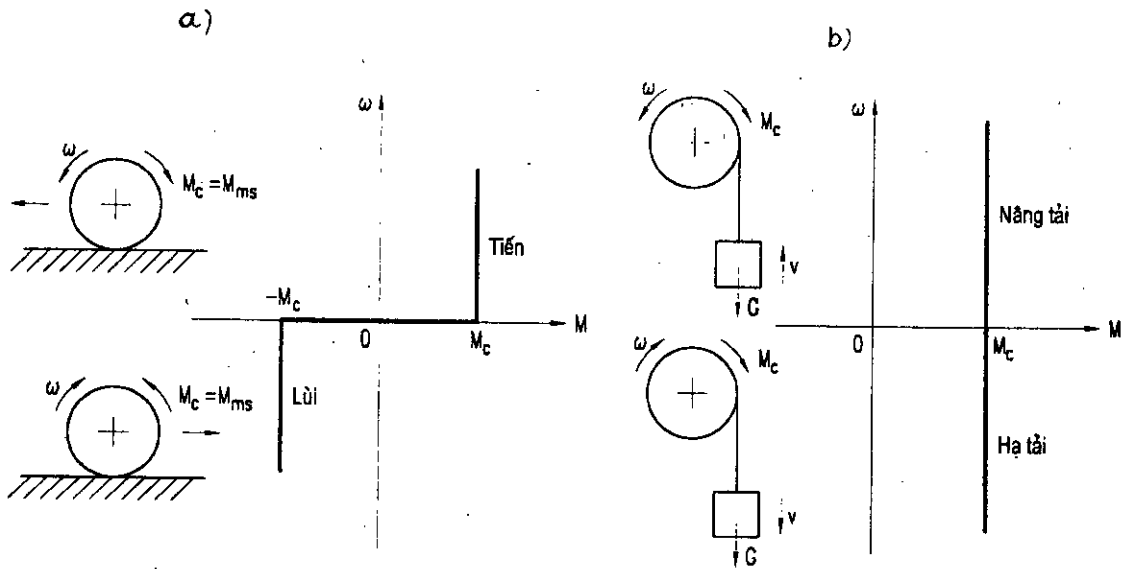
1.4.1. Mô men cân phản kháng

Mô men cân phản kháng luôn có chiều chống lại chuyển động do động cơ tiến hành. Chiều mô men đảo lại khi đổi chiều quay của động cơ. Mô men cân loại này là mô men ma sát, mô men cắt của máy cắt gọt...

1.4.2. Mô men cân thế năng

Mô men cân thế năng có chiều tác dụng không thay đổi khi thay đổi chiều quay của động cơ. Do vậy, ở chiều quay này, mô men thế năng cản trở chuyển động thì ở chiều quay ngược lại, nó hỗ trợ chuyển động. Phụ tải gây ra mô men cân thế năng gọi là phụ tải thế năng. Chẳng hạn, phụ tải của cơ cấu nâng - hạ của máy trục gây ra mô men cân thế năng. Mô men này cản lại chuyển động của động cơ khi nâng tải và hỗ trợ chuyển động của động cơ khi hạ tải.

Có thể thấy rõ chiều của mô men cân phản kháng và mô men cân thế năng so với chiều quay tạo bởi động cơ qua hình 1.3.

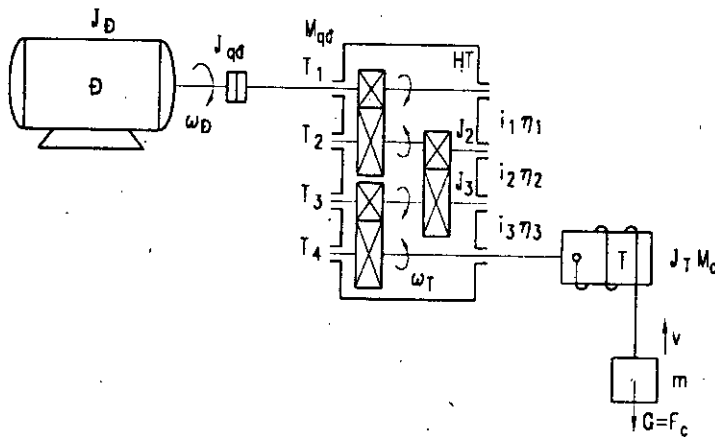


HÌNH 1.3. Các loại mômen cân:
 a) mômen cân phản kháng ; b) mômen cân thế năng.

1.5. QUY ĐỔI CÁC ĐẠI LƯỢNG VỀ TRỤC ĐỘNG CƠ

Một HT TĐĐ thường có nhiều bộ phận chuyển động khác nhau với các trục quay khác nhau: quay trái, quay phải, tịnh tiến lên, xuống... Các bộ phận này tạo thành phần cơ học của hệ TĐĐ. Chúng có các tốc độ, lực hoặc mô men tác dụng khác nhau.

Sơ đồ động học của một cơ cấu nâng – hạ (hình 1.4) vừa có chuyển động quay, vừa có chuyển động tịnh tiến.



HÌNH 1.4. Sơ đồ động học của một cơ cấu nâng – hạ:
 Đ – động cơ điện ; HT – hộp tốc độ ; T – tang trống ; G – tải trọng.

Khi tính toán thiết kế, chọn công suất động cơ hoặc nghiên cứu sự làm việc của một HT TĐĐ, có thể cần phải thiết lập phương trình chuyển động (1.1) hoặc (1.2) tại một điểm nào đó trên sơ đồ động. Các đại lượng để thiết lập phương trình phải lấy ở ngay tại điểm đó. Do vậy, cần phải tiến hành tính quy đổi các đại lượng như lực cản, mô men cản, khối quán tính và mô men quán tính ở các điểm khác nhau về điểm định tính toán.

Thực chất công việc là: thay cho việc phân tích trực tiếp chuyển động của phần cơ hệ TĐĐ, ta chuyển sơ đồ động đang xét thành sơ đồ tính toán trong đó các đại lượng như khối lượng, mô men quán tính cũng như lực, mô men tác dụng của các phần chuyển động với các tốc độ khác nhau được thay bằng các đại lượng tương đương quy về một điểm với cùng một tốc độ.

Thông thường, người ta hay tính quy đổi các đại lượng về trục động cơ (nguồn phát động lực).

1.5.1. Quy đổi mô men cản về trục động cơ

Như sơ đồ ở hình 1.4, mô men cản M_C trên tang trống (hay tang quay) cần được quy đổi về trục động cơ nghĩa là cần xác định mô men tương ứng M_{qd} trên trục động cơ. Nói một cách khác, mô men quy đổi M_{qd} là mô men động cơ cần phải có tại trục của nó để sau khi truyền qua hệ truyền lực tới tang trống sẽ đủ để thắng mô men cản M_C .

Nguyên tắc tính quy đổi là dựa vào định luật bảo toàn năng lượng.

Công do động cơ sinh ra truyền tới tang trống là:

$$M_{qd} \omega_D \eta_t$$

trong đó: η – hiệu suất của cơ cấu truyền lực từ động cơ tới tang trống:

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \quad (1.4)$$

Công này bằng công ở tang trống:

$$M_C \omega_T t$$

Ta có:

$$M_{qd} \omega_D \eta_t = M_C \omega_T t$$

hay:

$$M_{qd} = \frac{M_C}{\eta_i}, \text{ [Nm]} \quad (1.5)$$

với:

$$i = \frac{\omega_D}{\omega_T} \quad (1.6)$$

i – tỷ số truyền từ trục động cơ tới trục tang trống.

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot \dots \quad (1.7)$$

Biểu thức (1.5) cho biết giá trị của mô men cản M_C trên trục tang trống được quy đổi về trục động cơ thành M_{qd} . Ý nghĩa của nó là: động cơ muốn khắc phục được mô men cản M_C tại trục tang trống thì phải sinh ra một mô men M_{qd} trên trục của nó tính theo (1.5).

1.5.2. Quy đổi lực cản của chuyển động tịnh tiến thành mô men trên trục động cơ

Như hình 1.4, ta tính quy đổi về trục động cơ lực cản $F_C = G$ do tải trọng gây ra khi nâng lên với tốc độ v . Công mà động cơ cần có sẽ là:

$$F_C v t$$

hay: $M_{qd} \omega_D \eta t = F_C v t$

Suy ra: $M_{qd} = \frac{F_C \rho}{\eta}$, [Nm] (1.8)

trong đó: ρ là bán kính quy đổi của chuyển động tịnh tiến về trục động cơ.

$$\rho = \frac{v}{\omega_D}, \text{ [m]} \quad (1.9)$$

1.5.3. Quy đổi mô men quán tính về trục động cơ

Mô men quán tính J và khối lượng quán tính m đặc trưng cho tính ì của một vật chuyển động quay tròn và chuyển động thẳng. Trong một HT TĐĐ, các phần tử chuyển động đều có mô men quán tính (nếu là chuyển động quay) hoặc khối quán tính (nếu là chuyển động thẳng) và cũng cần quy đổi chúng về trục động cơ để tính toán.

Để tính quy đổi mô men quán tính của tang trống J_T trên trục quay T_+ thành mô men quán tính quy đổi J_{qd} trên trục động cơ, ta tính động năng tích lũy của tang trống:

$$\frac{J_T \omega_T^2}{2}$$

và cân bằng với động năng tích lũy trên trục động cơ tương ứng với mô men quy đổi J_{qd}

$$\frac{J_{qd} \omega_D^2}{2}$$

Ta có: $\frac{J_{qd} \omega_D^2}{2} = \frac{J_T \omega_T^2}{2}$

hay $J_{qd} = \frac{J_T}{i^2}$ (1.10)

1.5.4. Quy đổi khối quán tính của chuyển động tịnh tiến thành mô men quán tính trên trục động cơ

Như ở hình 1.4, chuyển động tịnh tiến của khối lượng m tích lũy được một động năng:

$$\frac{mv^2}{2}$$

Do vậy, mô men quán tính quy đổi tương ứng được suy từ định luật bảo toàn năng lượng:

$$\frac{J_{qd} \omega_D^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

Từ đó:
$$J_{qd} = m\rho^2 \quad (1.11)$$

Cuối cùng, với HT TĐĐ như ở hình 1.4 thì toàn bộ các mô men quán tính, khối lượng quán tính quy đổi về trục động cơ tạo ra một mô men quán tính của toàn hệ thống.

$$J_{qd, \text{ hệ}} = \underbrace{J_D}_{\text{Trục 1}} + \underbrace{\frac{J_2}{i_2^2}}_{\text{Trục 2}} + \underbrace{\frac{J_3}{i_3^2}}_{\text{Trục 3}} + \underbrace{\frac{J_T}{i_T^2}}_{\text{Trục 4}} + m\rho^2$$

Phương trình động lực học viết trên trục động cơ (trục 1) sẽ là:

$$M_D - M_{qd} = J_{qd, \text{ hệ}} \frac{d\omega_D}{dt}$$

trong đó: M_{qd} là tính từ khâu cuối cùng, theo (1.8).

1.6. ĐẶC TÍNH CƠ CỦA TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Trong HT TĐĐ, động cơ điện có nhiệm vụ cung cấp động lực cho cơ cấu sản xuất. Các cơ cấu sản xuất của mỗi loại máy có các yêu cầu công nghệ và đặc điểm riêng. Máy sản xuất lại có rất nhiều loại, nhiều kiểu với kết cấu rất khác biệt. Động cơ điện cũng vậy, có nhiều loại, nhiều kiểu với các tính năng, đặc điểm riêng.

Để một HT TĐĐ làm việc tốt, có hiệu quả thì giữa động cơ điện và cơ cấu sản xuất phải đảm bảo có một sự phù hợp tương ứng nào đó. Việc chọn lựa hệ TĐĐ và chọn động cơ điện đáp ứng đúng các yêu cầu của cơ cấu sản xuất có một ý nghĩa lớn không chỉ về mặt kỹ thuật mà cả về mặt kinh tế.

Do vậy, ta phải xem xét kỹ đặc tính cơ của TĐĐ – tức đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất và đặc tính cơ của động cơ điện.

Đặc tính cơ biểu thị mối quan hệ giữa tốc độ quay và mô men quay:

$$\omega = f(M) \text{ hoặc } n = F(M)$$

1.6.1. Đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất

Các cơ cấu sản xuất tuy rất khác nhau nhưng đặc tính cơ của chúng phần lớn được biểu diễn tổng quát bởi công thức được rút ra từ thực tế:

$$M_c = M_{c0} + (M_{cdm} - M_{c0}) \left(\frac{\omega}{\omega_{dm}} \right)^k \quad (1.12)$$

trong đó:

- M_c – mô men cản của cơ cấu sản xuất ở tốc độ ω nào đó;
- M_{c0} – mô men cản của cơ cấu sản xuất ở $\omega = 0$;
- M_{cdm} – mô men cản của cơ cấu sản xuất ở $\omega = \omega_{dm}$;
- k – số mũ đặc trưng cho phụ tải.

$$(k = 0, \pm 1, 2)$$

1. Trường hợp $k = 0$, phương trình (1.12) trở thành:

$$M_c = M_{cdm} = \text{const}$$

và đặc tính cơ là đường 1 ở hình 1.5.
Mô men cản không phụ thuộc tốc độ.

Đó là đặc tính cơ của các cơ cấu nâng - hạ (máy trục, thang máy), cơ cấu ăn dao máy cắt gọt kim loại...

2. Trường hợp $k = 1$, phương trình (1.12) trở thành:

$$M_c = \frac{M_{cdm} - M_{co}}{\omega_{dm}} \omega + M_{co}$$

và đặc tính cơ là đường 2. Mô men cản tỉ lệ bậc nhất theo tốc độ.

Đó là đặc tính cơ của máy phát điện một chiều với tải thuần trở.

3. Trường hợp $k = 2$, phương trình (1-12) trở thành

$$M_c = \frac{M_{cdm} - M_{co}}{\omega_{dm}^2} \omega^2 + M_{co}$$

và đặc tính cơ là đường 3. Mô men cản tỉ lệ bậc hai theo tốc độ.

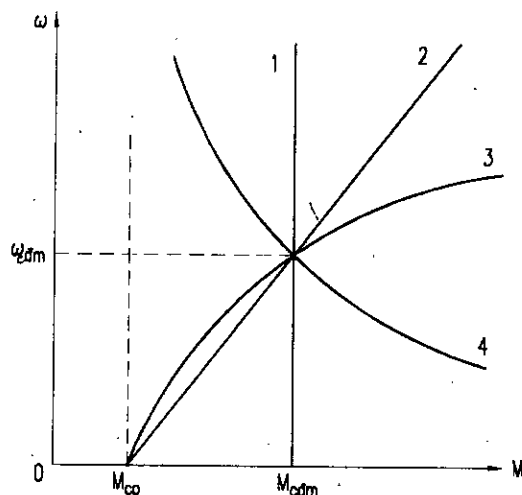
Đó là đặc tính cơ của các máy thủy khí: bơm, quạt, chân vịt tàu thủy...

4. Trường hợp $k = -1$, phương trình (1.12) trở thành:

$$M_c = \frac{(M_{cdm} - M_{co})\omega_{dm}}{\omega} + M_{co}$$

và đặc tính cơ là đường 4. Mô men cản tỉ lệ nghịch với tốc độ.

Đó là đặc tính cơ của cơ cấu máy quấn dây, cơ cấu truyền động chính các máy cắt gọt kim loại...



HÌNH 1.5. Dạng đặc tính cơ của một số cơ cấu sản xuất.

1.6.2. Đặc tính cơ của động cơ điện

Đặc tính cơ $\omega = f(M)$ của động cơ điện chia ra : đặc tính cơ tự nhiên và đặc tính cơ nhân tạo. Dạng đặc tính cơ của mỗi loại động cơ khác nhau thì khác nhau và sẽ được xem xét ở chương 2.

1. Đặc tính cơ tự nhiên (t_n)

Đó là quan hệ $\omega = f(M)$ của động cơ điện khi các thông số điện: điện áp, tần số... là định mức theo chế độ đã được thiết kế chế tạo và mạch điện của động cơ không nối thêm điện trở, điện kháng...

2. Đặc tính cơ nhân tạo(nt)

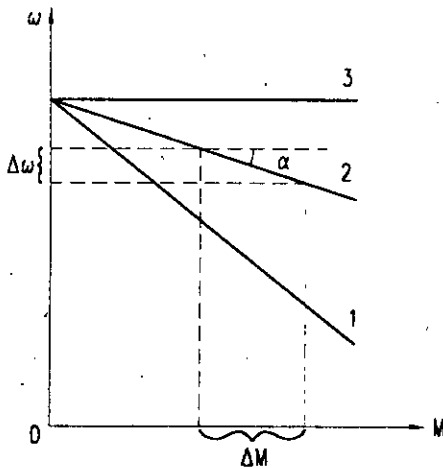
Đó là quan hệ $\omega = f(M)$ của động cơ điện khi các thông số điện không đúng định mức hoặc khi mạch điện có nối thêm điện trở, điện kháng... hoặc có sự thay đổi mạch nối.

1.6.3. Độ cứng của đặc tính cơ

Đại lượng độ cứng β của một đường đặc tính cơ là:

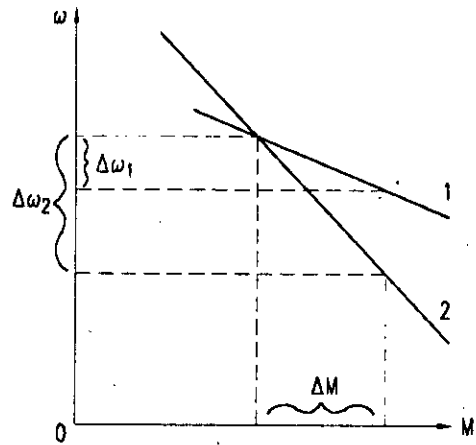
$$\beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega} \quad (1.13)$$

Độ cứng β của một đặc tính cơ được dùng để đánh giá đặc tính cơ đó.



HÌNH 1.6. Độ cứng của đặc tính cơ:

- 1 - đặc tính cơ mềm;
- 2 - đặc tính cơ cứng;
- 3 - đặc tính cơ tuyệt đối cứng.



HÌNH 1.7. So sánh độ ổn định tốc độ của 2 đặc tính cơ.

- Khi $|\beta|$ nhỏ, đặc tính cơ là mềm. $|\beta| < 10$
- Khi $|\beta|$ lớn, đặc tính cơ là cứng. $|\beta| = 10 \div 100$
- Khi $|\beta| = \infty$ thì đặc tính cơ nằm ngang và là tuyệt đối cứng.

Nhận xét:

1. Đặc tính cơ có độ cứng $[\beta]$ càng lớn thì tốc độ càng ít bị thay đổi khi mô men thay đổi.

Ở hình 1.7, đường đặc tính cơ 1 cứng hơn đường đặc tính cơ 2 nên cùng một biến động ΔM tăng thì đặc tính cơ 1 cho một sụt tốc $\Delta \omega_1$ nhỏ hơn sụt tốc $\Delta \omega_2$ cho bởi đặc tính cơ 2.

- Khi $\beta = \cot \alpha < 0$ thì tốc độ giảm khi mô men tăng;
- Khi $\beta = \cot \alpha > 0$ thì tốc độ tăng khi mô men tăng.

Khi sử dụng một động cơ điện để truyền lực cho một cơ cấu sản xuất thì một trong các yêu cầu là đường đặc tính cơ của động cơ càng gần đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất càng tốt vì động cơ sẽ đáp ứng tốt đòi hỏi của cơ cấu sản xuất khi mô men cần thay đổi.

Chương 2

ĐỘNG CƠ ĐIỆN VÀ CÁC ĐẶC TÍNH CƠ BẢN CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN

A. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

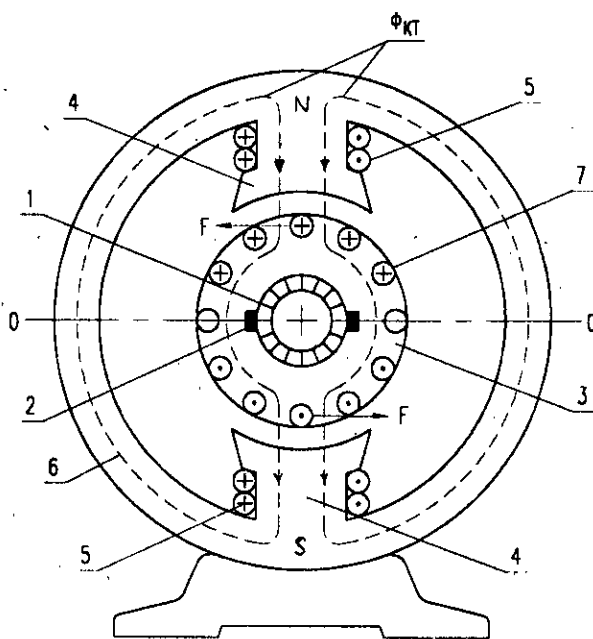
2.1. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC

Khi đặt vào trong từ trường một dây dẫn và cho dòng điện chạy qua dây dẫn thì từ trường sẽ tác dụng một từ lực vào dòng điện (vào dây dẫn) và làm dây dẫn chuyển động. Chiều của từ lực được xác định bằng quy tắc bàn tay trái.

Động cơ điện nói chung và động cơ điện một chiều nói riêng làm việc theo nguyên lý này.

Ta xét cấu tạo của một động cơ một chiều.

Từ trường được tạo ra nhờ các cuộn dây 5 có dòng điện một chiều chạy qua (hình 2.1). Các cuộn này gọi là cuộn cảm (hay cuộn kích từ) và được cuốn quanh các cực từ 4. Trường hợp ở hình 2.1, stator 6 của động cơ có đặt các cuộn cảm nên stator còn gọi là phần cảm. Từ trường do cuộn cảm tạo ra sẽ tác dụng một từ lực vào các dây dẫn rotor 7 đặt trong các rãnh của rotor 3 khi có dòng điện chạy qua. Cuộn dây này gọi là cuộn ứng. Dòng điện đưa vào cuộn ứng qua các chổi than 2 và cổ góp 1. Rotor mang cuộn ứng nên còn gọi là phần ứng.



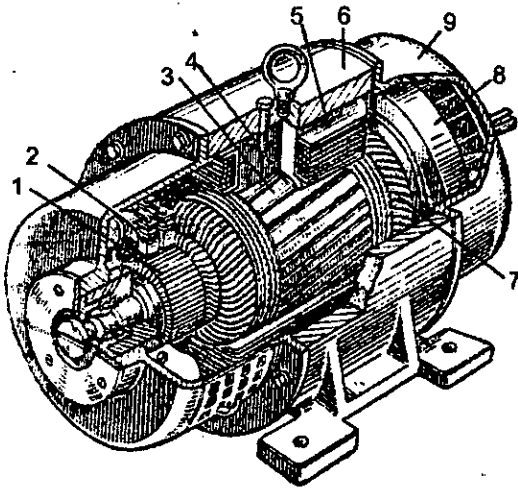
HÌNH 2.1. Sơ đồ nguyên lý cấu tạo động cơ điện một chiều:

- 1 - cổ góp điện; 2 - chổi than; 3 - rotor; 4 - cực từ;
- 5 - cuộn cảm (cuộn kích từ); 6 - stator; 7 - cuộn ứng.

Giả sử như ở hình 2.1, các dây dẫn cuộn ứng ở nửa trên rotor có dòng điện hướng vào, còn các dây dẫn cuộn ứng ở nửa dưới rotor có dòng điện hướng ra khỏi hình vẽ. Từ lực F tác

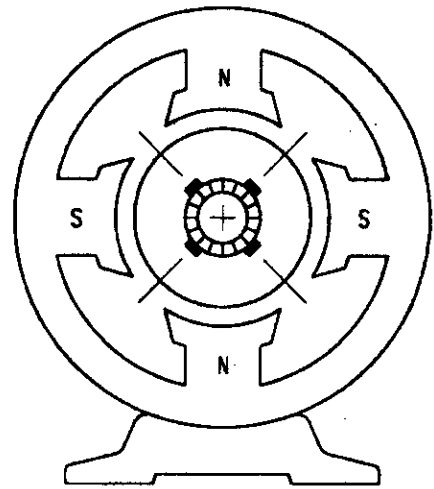
dụng vào các dây dẫn rotor có chiều xác định theo quy tắc bàn tay trái sẽ tạo ra mô men làm quay rotor ngược chiều kim đồng hồ:

Hình 2.2 biểu thị cấu tạo cụ thể của một động cơ điện một chiều.



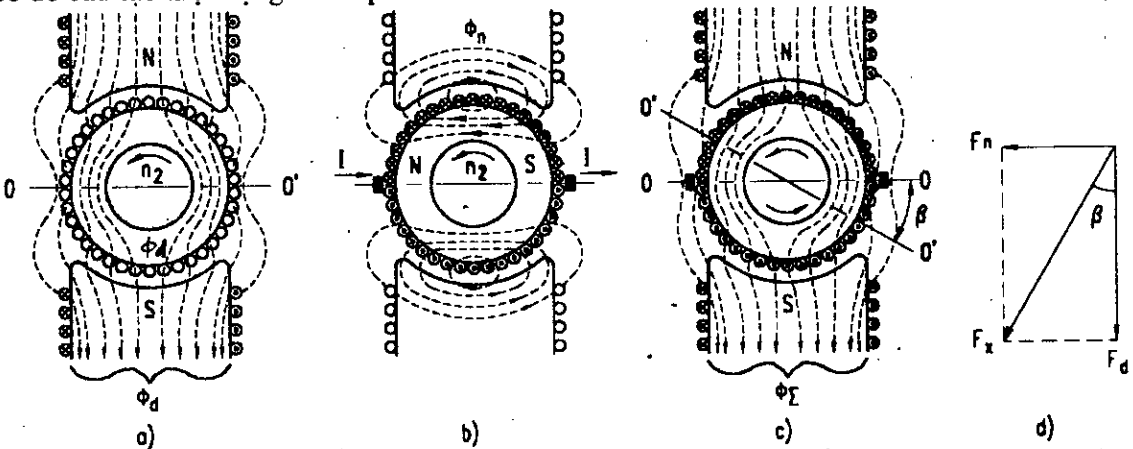
HÌNH 2.2. cấu tạo cụ thể của một động cơ điện một chiều:

- 1 - vỏ góp; 2 - chổi than; 3 - rotor; 4 - cực từ chính;
- 5 - cuộn kích từ (cuộn cảm); 6 - stator;
- 7 - cuộn dây phản ứng; 8 - quạt làm mát; 9 - nắp.



HÌNH 2.3. Sơ đồ cấu tạo động cơ điện một chiều có 2 đôi cực ($p=2$).

Động cơ ở trong sơ đồ hình 2.1 có 2 cực từ hay 1 đôi cực (1 cặp cực, $p = 1$). Hình 2.3 là sơ đồ cấu tạo một động cơ có $p = 2$.



HÌNH 2.4. Từ trường trong động cơ điện một chiều:

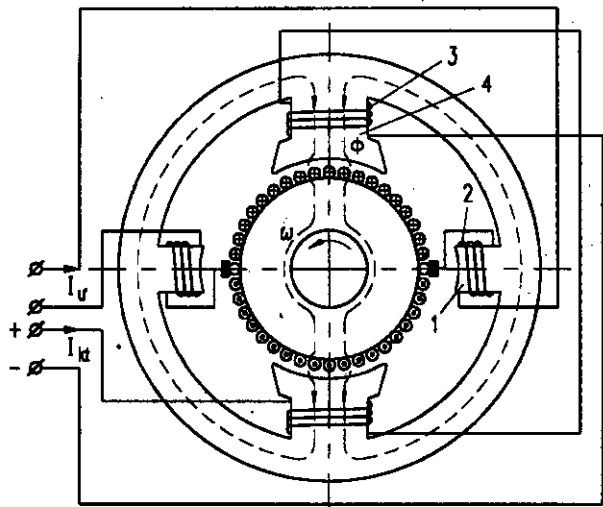
- a) do cuộn cảm tạo ra; b) do cuộn ứng tạo ra;
- c) do 2 cuộn tổng hợp lại; d) tổng vectơ các sức từ động.

Khi động cơ làm việc, cuộn cảm tạo ra từ trường ϕ_d dọc trục cực từ và phân bố đối xứng đối với cực từ. Mặt phẳng OO' trên đó có đặt chổi than, vừa là mặt phẳng trung tính hình học vừa là mặt phẳng trung tính vật lý (hình 2.4a). Đồng thời, dòng điện trong cuộn ứng cũng tạo ra từ trường riêng ϕ_n hướng ngang trục cực từ (hình 2.4b). Từ trường tổng trong động cơ mất

tính chất đối xứng dọc trục (hình 2.4c) và mặt phẳng trung tính vật lý quay đi một góc β (ngược chiều quay của rotor) so với mặt phẳng trung tính hình học.

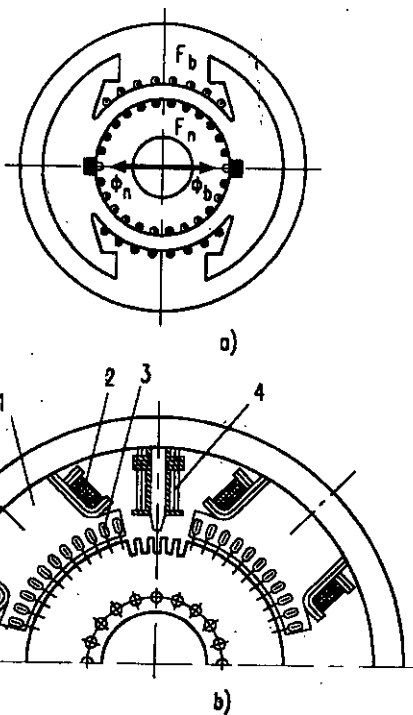
Dòng điện cuộn ứng càng lớn thì ϕ_n càng mạnh và góc quay β càng lớn. Ta nói: phản ứng phản ứng càng mạnh.

Phản ứng phản ứng là một trong những nguyên nhân gây ra tia lửa giữa chổi than và cổ góp cũng như giữa các lá góp trong cổ góp. Có thể hạn chế ảnh hưởng này nhờ xoay chổi than theo vị trí mặt phẳng trung tính vật lý (tức là theo góc β). Thông thường trong các động cơ điện một chiều hiện nay, người ta dùng phương pháp thêm cực từ phụ (hình 2.5).



HÌNH 2.5. Phân bố cực từ phụ trong động cơ điện một chiều: 1 - cực từ phụ; 2 - cuộn dây cực từ phụ (cuộn phụ); 3 - cuộn kích từ (cuộn cảm); 4 - cực từ chính.

Cực từ phụ được đặt giữa các cực từ chính và cuộn dây cực từ phụ sẽ tạo ra từ trường ngang trục so với từ trường chính và ngược chiều với từ trường ϕ_n của cuộn ứng để khử từ trường ϕ_n . Nhờ vậy, phản ứng phản ứng bị hạn chế và quá trình chuyển mạch trong động cơ sẽ tốt hơn.



HÌNH 2.6. Cuộn bù trong động cơ điện một chiều:

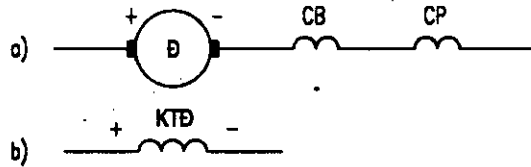
- a) nguyên lý làm việc; b) kết cấu.
- 1 - cực từ chính; 2 - cuộn cảm;
- 3 - cuộn bù; 4 - cuộn ứng.

Vì từ trường ϕ_n gây ra phản ứng phản ứng tỉ lệ với dòng điện phản ứng I_u nên cuộn dây cực từ phụ được mắc nối tiếp với cuộn dây phản ứng. Do vậy, khi dòng điện phản ứng tăng lên, phản ứng phản ứng mạnh lên thì cuộn dây cực từ phụ cũng sinh ra từ trường ngược mạnh hơn để khử từ trường ϕ_n .

Ngoài ra, biện pháp tăng khe hở không khí giữa stator và rotor cũng được áp dụng. Cách này dẫn đến sự tăng kích thước động cơ và phải tăng cường thêm cuộn kích từ chính vì khe hở không khí lớn sẽ làm yếu từ trường chính.

Ở các động cơ một chiều công suất trung bình và lớn biện pháp chính là thêm cuộn dây bù đặt trong rãnh ở các cực từ chính (hình 2.6) nhằm tạo ra từ thông ϕ_b ngược chiều với ϕ_n làm từ trường ở khe hở không khí không bị méo nữa. Cuộn bù cũng được mắc nối tiếp với cuộn ứng.

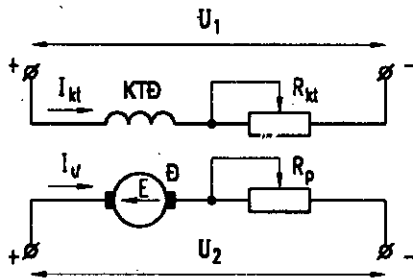
Trên các sơ đồ điện, động cơ một chiều được ký hiệu như hình 2.7.



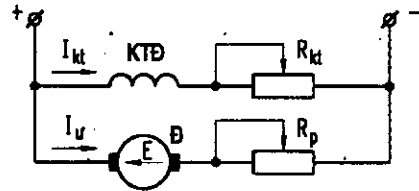
HÌNH 2.7. Ký hiệu động cơ điện một chiều:
a) mạch phản ứng; b) mạch kích từ.

2.2. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU KÍCH TỪ ĐỘC LẬP VÀ KÍCH TỪ SONG SONG

Ở động cơ điện một chiều kích từ độc lập, cuộn kích từ được cấp điện từ một nguồn điện ngoài độc lập với nguồn điện cấp cho rotor (cuộn ứng) hình 2.8.



HÌNH 2.8. Sơ đồ nguyên lý nối dây động cơ điện một chiều kích từ độc lập.



HÌNH 2.9. Sơ đồ nguyên lý nối dây động cơ điện một chiều kích từ song song.

Nếu cuộn kích từ và cuộn ứng được cấp điện bởi cùng một nguồn điện thì động cơ là loại kích từ song song (hình 2.9). Trường hợp này mà nguồn điện có công suất rất lớn so với công suất động cơ thì tính chất động cơ sẽ tương tự như động cơ kích từ độc lập.

2.2.1. Phương trình đặc tính cơ

Khi động cơ làm việc, rotor mang cuộn ứng quay trong từ trường của cuộn cảm nên trong cuộn ứng lại xuất hiện một sức điện động cảm ứng (hay còn gọi là sức phản điện động) có chiều ngược với điện áp đặt vào phần ứng động cơ. Phương trình điện áp ở mạch rotor sẽ là:

$$U = E + I_u R_{u\Sigma} \quad (2.1)$$

trong đó:

U – điện áp lưới, V;

E – sức điện động của động cơ, V;

I_u – dòng điện phần ứng của động cơ, A;

$R_{u\Sigma}$ – điện trở toàn bộ mạch phần ứng, Ω ;

$$R_{u\Sigma} = R_u + R_p \quad (2.2)$$

R_p – điện trở phụ trong mạch phần ứng, Ω ;

R_u – điện trở mạch phần ứng, Ω ;

$$R_r = r_r + r_{ct} + r_{cb} + r_{cp} \quad (2.3)$$

- r_r – điện trở cuộn dây phản ứng, Ω ;
 r_{ct} – điện trở tiếp xúc giữa chổi than và phiến góp, Ω ;
 r_{cb} – điện trở cuộn bù, Ω ;
 r_{cp} – điện trở cuộn phụ, Ω .

Sức điện động phản ứng là tỷ lệ với tốc độ quay của rotor:

$$E = k\phi\omega^{(*)} \quad (2.4)$$

trong đó:

- ϕ – từ thông qua một cực từ, Wb;
 ω – tốc độ góc của rotor, $\frac{\text{rad}}{\text{s}}$;
 k – hệ số, phụ thuộc vào kết cấu của động cơ.

$$k = \frac{pN}{2\pi a} \quad (2.5)$$

- với : p – số đôi cực từ chính;
 N – số thanh dẫn tác dụng của cuộn ứng;
 a – số mạch nhánh song song của cuộn ứng.

Nhờ lực từ trường tác dụng vào dây dẫn phản ứng khi có dòng điện, rotor quay dưới tác dụng của mô men quay.

$$M = k\phi I_r \quad (2.6)$$

Từ hệ 3 phương trình (2.1), (2.4) và (2.6) có thể tìm được phương trình biểu thị mối quan hệ $\omega = f(M)$.

Rút I_r từ (2.6) rồi thay vào (2.1) cùng với (2.4), ta có:

$$\omega = \frac{U}{k\phi} - \frac{R_r \Sigma}{(k\phi)^2} M \quad (2.7)$$

Phương trình (2.7) biểu thị quan hệ tốc độ ω là hàm của mô men M gọi là phương trình đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập.

* Trong công thức (2.4), nếu tính tốc độ rotor theo vòng/phút :

thì:
$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

nên
$$E = k_e \phi n \quad (2.4)'$$

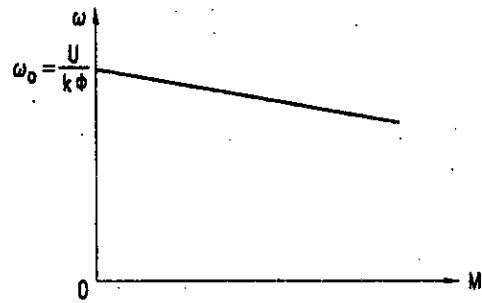
với
$$k_e = \frac{pN}{60a} = \frac{k}{9,55} = 0,105k \quad (2.5)'$$

2.2.2. Đường đặc tính cơ

Phương trình đặc tính cơ (2.7) có dạng hàm bậc nhất $y = B + Ax$, nên đường biểu diễn trên hệ tọa độ $M\omega$ (hình 2.10) là một đường thẳng với độ dốc âm. Đường đặc tính cơ cắt trục tung $O\omega$ tại điểm có tung độ:

$$\omega_0 = \frac{U}{k\phi} \quad (2.8)$$

Tốc độ ω_0 là tốc độ ứng với $M_c = 0$, nghĩa là: khi không có lực cản nào cả. Đó là tốc độ lớn nhất của động cơ mà không thể đạt được ở chế độ động cơ vì không bao giờ xảy ra $M_c = 0$ (do lực ma sát luôn tồn tại khi động cơ quay). Tốc độ ω_0 được gọi là tốc độ không tải lý tưởng.

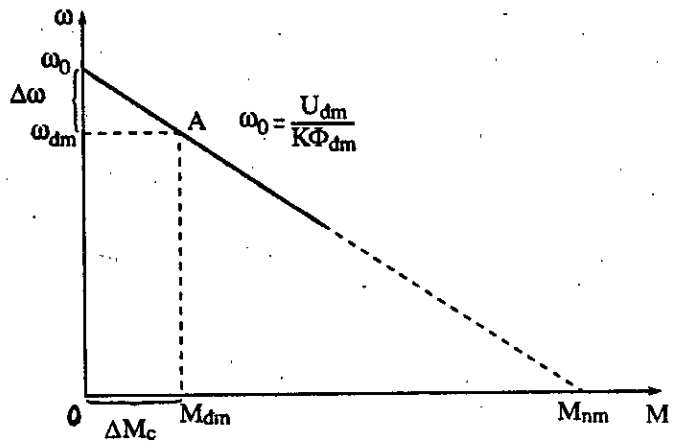


HÌNH 2.10. Đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập.

Khi toàn bộ các thông số điện của động cơ là định mức như thiết kế (được ghi trên nhãn động cơ) và không mắc thêm điện trở phụ vào mạch động cơ thì $R_{v\Sigma} = R_v$ và phương trình đặc tính cơ sẽ là:

$$\omega = \frac{U_{dm}}{k\phi_{dm}} - \frac{R_v}{(k\phi_{dm})^2} M \quad (2.7)'$$

Đường đặc tính cơ lúc này gọi là đường đặc tính cơ tự nhiên. Đường biểu diễn đặc tính cơ tự nhiên như trên hình 2.11.



HÌNH 2.11. Đặc tính cơ tự nhiên của động cơ điện một chiều kích từ độc lập.

Khi phụ tải tăng dần từ $M_c = 0$ đến $M_c = M_{dm}$ ($\Delta M_c = M_{dm} - 0$) thì tốc độ động cơ giảm dần từ ω_0 xuống ω_{dm} ($\Delta\omega = \omega_0 - \omega_{dm}$). Điểm A (M_{dm}, ω_{dm}) gọi là điểm làm việc định mức. Phương trình (2.7) hay (2.7)' có thể viết dưới dạng:

$$\omega = \omega_0 - \Delta\omega \quad (2.9)$$

với độ sụt tốc tỷ lệ với mô men tải:

$$\Delta\omega = \frac{R_{v\Sigma}}{(k\phi_{dm})^2} M \quad (2.10)$$

Rõ ràng, đường thẳng đặc tính cơ có thể vẽ được nhờ 2 điểm ω_0 và A. Cũng có thể dùng 1 trong 2 điểm đó kết hợp với điểm khác thứ 3 là điểm cắt của đặc tính cơ với trục hoành OM. Điểm này có tung độ $\omega = 0$ và hoành độ suy từ (2.7)'.

$$M = M_{nm} = k\phi_{dm} \frac{U_{dm}}{R_r} = k\phi_{dm} I_{nm} \quad (2.11)$$

trong đó :

$$I_{nm} = \frac{U_{dm}}{R_r} \quad (2.12)$$

Mô men M_{nm} và dòng điện I_{nm} gọi là mô men ngắn mạch và dòng điện ngắn mạch. Đó là giá trị mô men lớn nhất và dòng điện lớn nhất của động cơ khi được cấp điện đầy đủ mà tốc độ bằng 0. Trường hợp này xảy ra khi bắt đầu mở máy và khi động cơ đang chạy mà bị dừng lại vì bị kẹt hoặc tải quá lớn không kéo được. Dòng điện I_{nm} này lớn và thường bằng :

$$I_{nm} = (10 \div 20)I_{dm}$$

Nó có thể gây cháy hỏng động cơ nếu hiện tượng tồn tại kéo dài.

Do vậy, khi mở máy phải thêm điện trở phụ R_p vào mạch rotor để hạn chế dòng điện mở máy và khi động cơ đang chạy bị dừng lại, cần phải nhanh chóng cắt điện.

2.2.3. Ảnh hưởng của các thông số điện đối với đặc tính cơ

Phương trình (2.7) cho thấy, đường đặc tính cơ bậc nhất $\omega = f(M)$ phụ thuộc vào các hệ số của phương trình, trong đó có chứa các thông số điện U , $R_{r\Sigma}$ và ϕ . Ta xét ảnh hưởng của từng thông số này.

1. Trường hợp thay đổi điện áp phản ứng

$$U = \text{var} ; R_{r\Sigma} = \text{invar} ; \phi = \text{invar}$$

Vì điện áp đặt vào phần ứng không thể vượt quá giá trị định mức nên ta chỉ có thể thay đổi điện áp về phía giảm. Trường hợp này, độ dốc (hay độ cứng) của đặc tính cơ không thay đổi:

$$- \frac{R_{r\Sigma}}{(k\phi)^2} = \text{invar}$$

còn tốc độ không tải lý tưởng ω_0 thay đổi tỷ lệ thuận với điện áp:

$$\omega_0 = \frac{U}{k\phi} = \text{var}$$

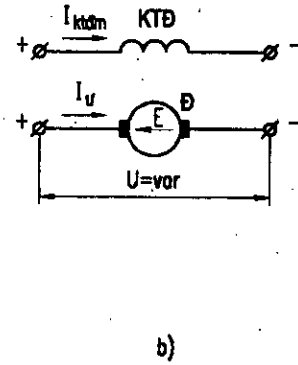
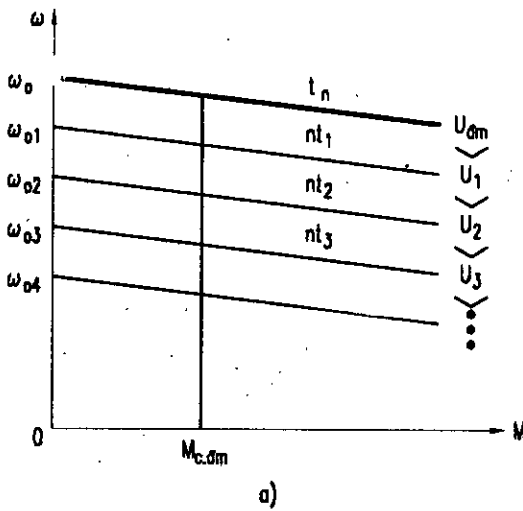
Như vậy, khi thay đổi điện áp đặt vào phần ứng, ta được một họ các đường đặc tính cơ song song với đường đặc tính cơ tự nhiên (tn) và thấp hơn đường đặc tính cơ tự nhiên (hình 2.12). Các đường đặc tính cơ này gọi là các đường đặc tính cơ nhân tạo (nt).

2. Trường hợp thay đổi điện trở mạch phần ứng

$$R_{r\Sigma} = \text{var} ; U = \text{invar} ; \phi = \text{invar}$$

Vì $R_{r\Sigma} = R_r + R_p$ nên điện trở mạch phần ứng chỉ có thể thay đổi về phía tăng R_p . Trường hợp này, tốc độ không tải giữ nguyên:

$$\omega_0 = \frac{U}{k\phi} = \text{invar}$$

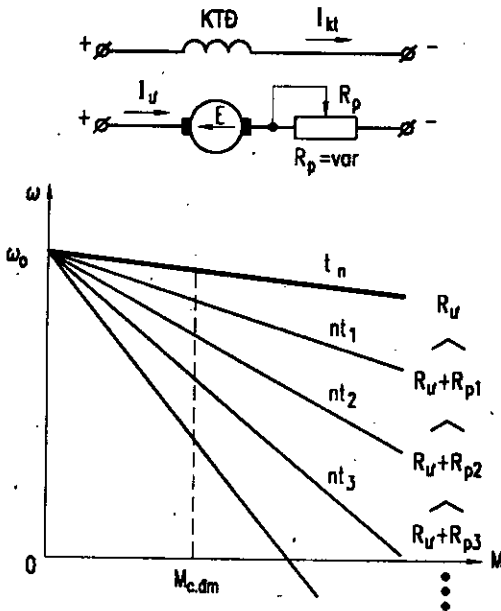


HÌNH 2.12. Họ đặc tính cơ nhân tạo của động cơ một chiều kích từ độc lập khi giảm điện áp phần ứng.

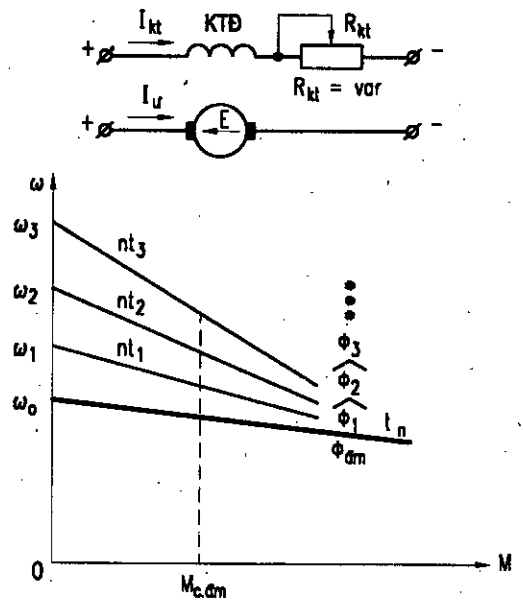
còn độ dốc (hay độ cứng) thay đổi tỷ lệ thuận theo $R_{u\Sigma}$:

$$-\frac{R_{u\Sigma}}{(k\phi)^2} = \text{var}$$

Như vậy, khi tăng điện trở R_p trong mạch phần ứng, ta được một họ các đường đặc tính cơ nhân tạo cùng đi qua điểm $(0, \omega_0)$ (hình 2.13).



HÌNH 2.13. Họ đặc tính cơ nhân tạo của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi tăng điện trở trong mạch phần ứng.



HÌNH 2.14. Họ đặc tính cơ nhân tạo của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi giảm từ thông.

3. Trường hợp thay đổi từ thông kích từ

$$\phi = \text{var} ; R_{u\Sigma} = \text{invar} ; U = \text{invar}$$

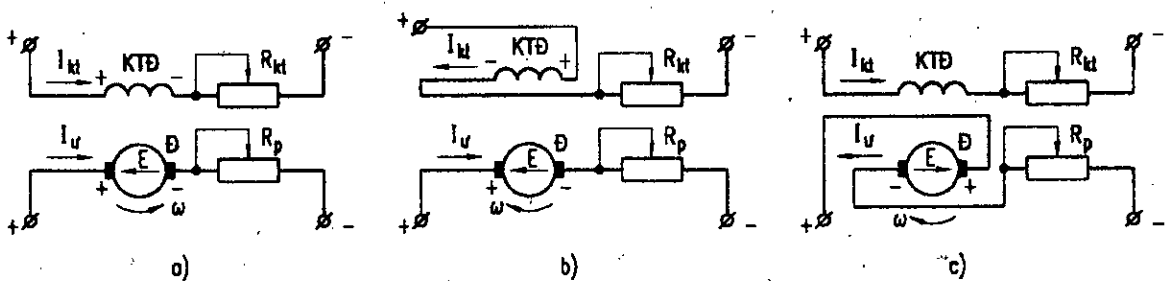
Để thay đổi từ thông ϕ , phải thay đổi dòng kích từ nhờ biến trở R_{kt} mắc ở mạch cuộn cảm (hình 2.14a). Vì chỉ có thể tăng R_{kt} nên từ thông kích từ chỉ có thể thay đổi về phía giảm. Trường hợp này, cả tốc độ không tải lý tưởng và độ dốc đặc tính cơ đều thay đổi.

$$\omega_0 = \frac{U}{k\phi} = \text{var}$$

$$-\frac{R_{u\Sigma}}{(k\phi)^2} = \text{var}$$

Khi giảm từ thông, ω_0 tăng, còn độ dốc thì giảm mạnh. Họ đặc tính cơ nhận tạo thu được như hình (2.14b).

2.2.4. Đảo chiều quay động cơ

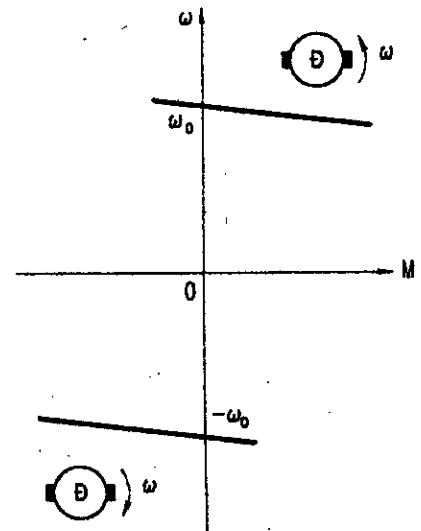


HÌNH 2.15. Sơ đồ đấu dây động cơ quay thuận (a) và quay ngược khi đảo chiều từ thông (b) hoặc đảo chiều dòng điện phản ứng (c).

Chiều từ lực tác dụng vào dòng điện được xác định theo quy tắc bàn tay trái. Khi đảo chiều từ thông hay đảo chiều dòng điện thì từ lực có chiều ngược lại. Vậy, muốn đảo chiều quay của động cơ điện một chiều có thể thực hiện một trong hai cách (hình 2.15):

- hoặc đảo chiều từ thông (qua đảo chiều dòng điện kích từ) (hình 2.15b);
- hoặc đảo chiều dòng điện phản ứng (hình 2.15c).

Đường đặc tính cơ của động cơ khi quay thuận và quay ngược là đối xứng nhau qua gốc tọa độ (hình 2.16).



HÌNH 2.16. Đặc tính cơ của động cơ điện kích từ độc lập khi đảo chiều.

Phương pháp đảo chiều từ thông thực hiện nhẹ nhàng vì mạch từ thông có công suất nhỏ hơn mạch phản ứng. Tuy vậy, vì cuộn kích từ có số vòng dây lớn, hệ số tự cảm lớn, do đó thời gian đảo chiều tăng lên nên phương pháp này ít dùng. Ngoài ra, dùng phương pháp đảo chiều từ thông thì khi từ thông qua trị số 0 có thể làm tốc độ tăng quá, không tốt.

2.2.5. Mở máy (khởi động) động cơ kích từ độc lập

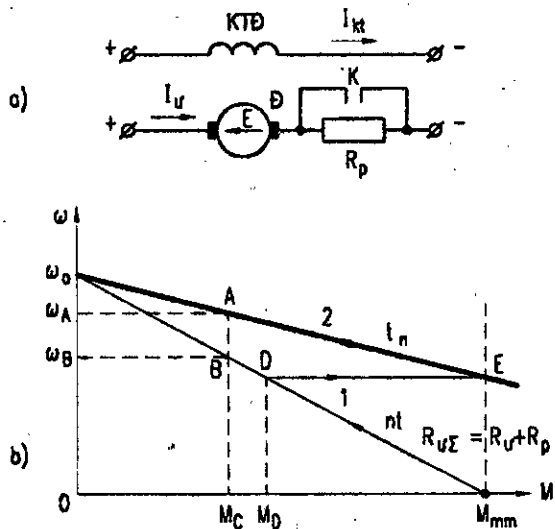
Như ta đã nêu ở mục 2.2.2, lúc bắt đầu đóng điện cho động cơ, tốc độ động cơ còn bằng 0 nên dòng điện động cơ I_{nm} tính theo (2.12) rất lớn, tạo ra mô men ngắn mạch tính theo (2.11) cũng rất lớn (xem hình 2.11) và có thể gây ra các hậu quả xấu.

- Dòng điện lúc mở máy:

$$I_{mm} = I_{nm} = \frac{U_{dm}}{R_{\Sigma}} = (10 \div 20)I_{dm}$$

Đối với động cơ có công suất càng lớn thì R_{Σ} thường có giá trị càng nhỏ và dòng I_{nm} càng lớn. Điều này làm xấu chế độ chuyển mạch trong động cơ, đốt nóng mạnh động cơ và gây sụt áp lưới điện. Tình trạng càng xấu hơn nếu hệ TĐĐ thường phải mở máy, đảo chiều, hãm điện thường xuyên như ở máy trục, máy cán đảo chiều, thang máy lên xuống v.v..

- Mô men mở máy quá lớn sẽ tạo ra các xung lực động làm hệ TĐ bị giật, lắc, không tốt về mặt cơ học, hại máy và có thể gây ra nguy hiểm như: gãy trục, vỡ bánh răng, đứt cáp, đứt xích v.v..



HÌNH 2.17. Sơ đồ mở máy động cơ một chiều kích từ độc lập qua 1 cấp điện trở phụ (a) và đặc tính cơ lúc mở máy (b).

$$M_{mm} = M_{nm} = k \phi_{dm} I_{mm}$$

Vậy, để đảm bảo an toàn cho động cơ và các cơ cấu truyền động cũng như tránh ảnh hưởng xấu tới lưới điện, phải hạn chế dòng điện khi mở máy, không cho vượt quá giá trị:

$$I_{mm} = (1,5 \div 2,5) I_{dm}$$

nghĩa là cần phải thêm điện trở phụ R_p (hình 2.17á) vào mạch phần ứng sao cho:

$$I_{mm} = \frac{U_{dm}}{R_{\Sigma} + R_p} = \frac{U_{dm}}{R_{\Sigma}} (1,5 \div 2,5) I_{dm}$$

Công suất động cơ lớn thì chọn I_{mm} nhỏ.