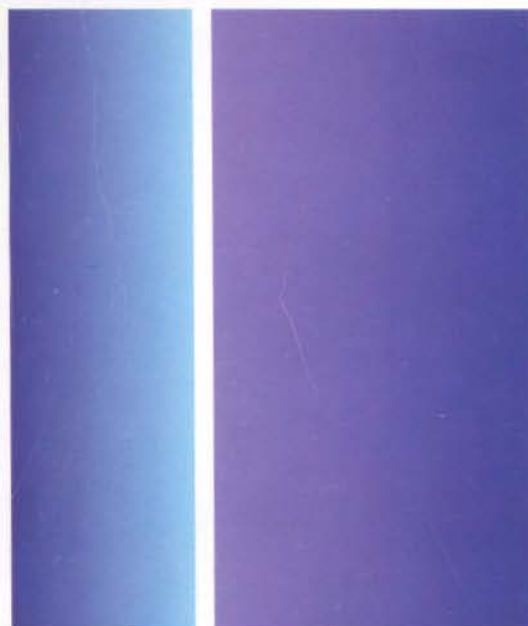


VŨ QUANG HÒI - NGUYỄN VĂN CHẤT - NGUYỄN THỊ LIÊN ANH

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

MÁY CÔNG NGHIỆP DÙNG CHUNG



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

VŨ QUANG HỒI – NGUYỄN VĂN CHẤT – NGUYỄN THỊ LIÊN ANH

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY CÔNG NGHIỆP DÙNG CHUNG

(Tái bản lần thứ năm)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

LỜI NÓI ĐẦU

Trong đà phát triển của khoa học kĩ thuật, nhiều thành tựu mới (kĩ thuật điện tử, kĩ thuật số...) đã được áp dụng vào lĩnh vực công nghiệp. Ở nước ta, đã và đang nhập khá nhiều loại máy móc, thiết bị rất hiện đại; do đó đòi hỏi quá trình đào tạo cần có những giáo trình mới, để trang bị những kiến thức tiên tiến cho sinh viên, nhằm bắt kịp với thực tế của xã hội trong hiện tại và những năm tới.

Do vậy, giáo trình "Trang bị điện - điện tử máy công nghiệp dùng chung" này được biên soạn, để làm tài liệu học tập cho sinh viên ngành Tự động hóa XNCN của trường ĐHBK Hà Nội. Giáo trình cũng hữu ích cho các cán bộ kĩ thuật làm việc trực tiếp hoặc gián tiếp với các máy đã được đề cập tới.

Giáo trình gồm năm phần. Bốn phần đầu đề cập tới trang bị điện - điện tử các máy năng - vận chuyển, lò điện, máy hàn, máy bơm, quạt và máy nén khí. Phần năm đề cập tới các máy thuộc công nghiệp dệt (tuy phần này không thuộc các máy công nghiệp dùng chung, nhưng trong khi chờ đợi giáo trình trang bị điện - điện tử các máy công nghiệp nhẹ, chúng tôi vẫn xếp vào nội dung của giáo trình này).

Trong giáo trình, ở từng loại máy, đều được giới thiệu và phân tích quá trình công nghệ, đặc tính kĩ thuật, những ứng dụng cơ bản, cơ sở lí luận và tính chọn một số thiết bị điện dùng cho máy, sơ đồ nguyên lí điển hình.

Giáo trình được tổ chức biên soạn cụ thể như sau :

Chủ biên Vũ Quang Hồi và viết phần II , phần IV.

Nguyễn Văn Chất viết phần I, phần III.

Nguyễn Thị Liên Anh viết phần V.

Các tác giả xin thành thực cảm ơn các đồng nghiệp đã cho nhiều ý kiến đóng góp quý báu trong lúc biên soạn giáo trình này. Các tác giả cũng vô cùng biết ơn và trân trọng mọi góp ý khác của bạn đọc để giáo trình được hoàn thiện hơn. Thư góp ý xin gửi theo địa chỉ : Khoa Tự động hóa XNCN - Trường ĐHBK Hà Nội hoặc Nhà xuất bản Giáo dục 81 - Trần Hưng Đạo - Hà Nội.

CÁC TÁC GIẢ

PHẦN I

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CÁC MÁY NÂNG - VẬN CHUYỂN

Chương 1

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

§1.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Sự phát triển kinh tế của mỗi nước phụ thuộc rất nhiều vào mức độ cơ giới hóa và tự động hóa các quá trình sản xuất. Trong quá trình sản xuất, máy nâng - vận chuyển đóng vai trò khá quan trọng. Máy nâng - vận chuyển là cầu nối giữa các hạng mục công trình sản xuất riêng biệt, giữa các phân xưởng trong một nhà máy, giữa các máy công tác trong một dây chuyền sản xuất v.v...

Tính chất và số lượng hàng hóa cần vận chuyển tùy thuộc vào đặc thù của quá trình sản xuất.

Ví dụ : Một xí nghiệp luyện kim có lò cao năng suất 1.000 tấn gang/ngày đêm, cần phải vận chuyển lên lò cao 2.000 tấn quặng, 700 tấn phụ gia và 12.000 tấn than cốc.

Trong ngành khai thác mỏ, trên các công trình thủy lợi, trên các công trường xây dựng nhà máy thủy điện, xây dựng công nghiệp, xây dựng dân dụng v.v..., phần lớn các công việc nặng nề như bốc, xúc, đào, khai thác đất đá đều do các máy nâng - vận chuyển thực hiện.

Việc sử dụng các máy nâng - vận chuyển trong các hạng mục công trình lớn sẽ làm giảm đáng kể thời gian xây dựng, giảm bớt số lượng công nhân (khoảng 10 lần).

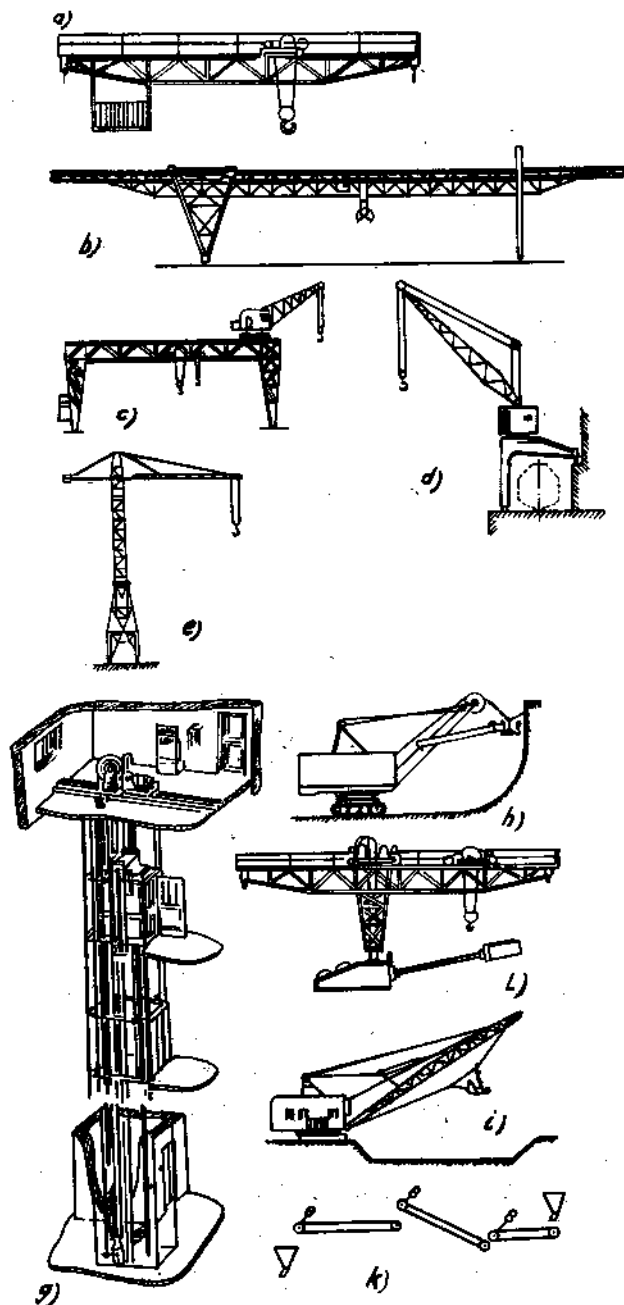
Ví dụ : Nếu dùng một cần cầu cỡ lớn có thể thay thế cho 500 công nhân, còn nếu dùng một máy xúc cỡ lớn để đào hào, kênh, mương hoặc trong công việc cải tạo diền địa thì có thể thay thế cho 10.000 công nhân.

Trong các nhà máy chế tạo cơ khí, máy nâng - vận chuyển dùng để vận chuyển phối, bán thành phẩm và thành phẩm từ nhà máy này sang nhà máy khác, từ phân xưởng này sang phân xưởng khác.

§1.2. PHÂN LOẠI MÁY NÂNG - VẬN CHUYỂN

Phụ thuộc vào đặc điểm của hàng hóa cần vận chuyển, kích thước, số lượng và phương vận chuyển mà các máy nâng - vận chuyển rất đa dạng. Việc phân loại một cách hoàn hảo các máy nâng - vận chuyển rất khó khăn.

Có thể phân loại các máy nâng - vận chuyển theo các đặc điểm chính sau : (hình 1-1)



Hình 1-1. Các loại máy nâng-vận chuyển.

a- Cầu trục với móc cầu hàng; b- Cầu trục gầu ngoạm;
c- Cần cầu con dê; d- Cần trục cồng; e- Cần cầu tháp;
g- Thang máy; h- Máy xúc gầu thuận; i- Máy xúc gầu treo;
k- Băng tải; l- Cầu trục trong xưởng luyện thép.

1. Theo phương vận chuyển hàng hóa

a) Theo phương thẳng đứng : thang máy, máy nâng

b) Theo phương nằm ngang : băng chuyển, băng tải

c) Theo mặt phẳng nghiêng : xe kíp, thang chuyển, băng tải.

d) Theo các phương kết hợp : cầu trục, cần trục, cầu trục cồng, máy xúc v.v...

2. Theo cấu tạo của cơ cấu di chuyển

a) Máy nâng - vận chuyển đặt cố định : thang máy, máy nâng, thang chuyển, băng tải, băng chuyển v.v...

b) Di chuyển tịnh tiến : cầu trục cồng, cần cầu con dê, các loại cần trục, cầu trục v.v...

c) Di chuyển quay với một góc quay tới hạn : cần cầu tháp; máy xúc v.v...

3. Theo cơ cấu bốc hàng

a) Cơ cấu bốc hàng là thùng, cabin, gầu treo...

b) Dùng móc, xích treo, băng.

c) Cơ cấu bốc hàng bằng nam châm điện.

4. Theo chế độ làm việc

a) Chế độ dài hạn : băng tải, băng chuyển, thang chuyển

b) Chế độ ngắn hạn lặp lại : máy xúc, thang máy, cần trục v.v...

§1.3. ĐẶC ĐIỂM ĐẶC TRƯNG CHO CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN MÁY NÂNG - VẬN CHUYỂN

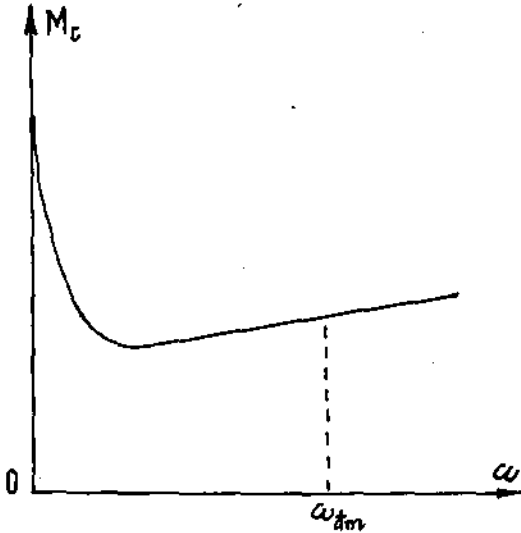
Máy nâng - vận chuyển thường được lắp đặt trong nhà xưởng hoặc để ở ngoài trời. Môi trường làm việc của các máy nâng - vận chuyển rất nặng nề, đặc biệt là ngoài hải cảng, các nhà máy hóa chất, các xí nghiệp luyện kim...

Các khí cụ, thiết bị điện trong hệ thống truyền động và trang bị điện của các máy nâng - vận chuyển phải làm việc tin cậy trong mọi điều kiện nghiệt ngã của môi trường, nhằm nâng cao năng suất, an toàn trong vận hành và khai thác.

Đối với hệ truyền động điện cho băng chuyền và băng tải, phải đảm bảo khởi động động cơ truyền động khi đầy tải; đặc biệt là vào mùa đông, khi nhiệt độ môi trường giảm làm tăng mômen ma sát trong các ổ đỡ dẫn đến làm tăng đáng kể mômen cân tính M_c . Trên hình 1-2 biểu diễn mối quan hệ phụ thuộc giữa mômen cân tính và tốc độ động cơ: $M_c = f(\omega)$.

Trên đồ thị ta thấy: Khi $\omega = 0$, M_c lớn hơn (2 ÷ 2,5 lần) M_c ứng với tốc độ định mức.

Đặc điểm trên cũng đúng với một số máy nâng - vận chuyển khác như thang chuyển, băng chuyền v.v...

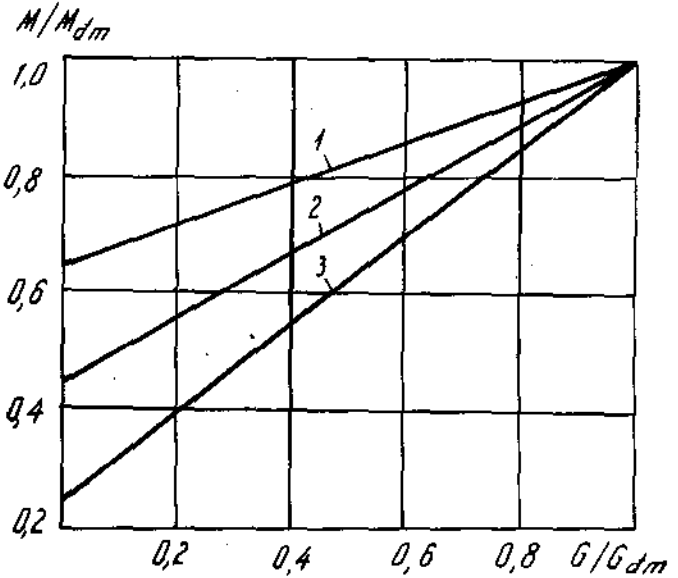


Hình 1-2.

Quan hệ $M_c = f(\omega)$ khi khởi động động cơ băng tải.

Động cơ truyền động cấu trúc, nhất là đối với cơ cấu nâng - hạ, mômen thay đổi theo tải trọng rất rõ rệt. Khi không có tải trọng (không tải), mômen của động cơ không vượt quá (15 + 20)% M_{dm} đối với cơ cấu nâng của cần trục gầu ngoạm đạt tới 50% M_{dm} đối với động cơ di chuyển xe con bằng (35 + 50)% M_{dm} đối với động cơ di chuyển xe cầu bằng (50 + 55)% M_{dm} .

Trong các hệ truyền động các cơ cấu của máy nâng - vận chuyển, yêu cầu quá trình tăng tốc và giảm tốc xảy ra phải êm, đặc biệt là đối với thang máy và thang chuyển chở khách. Bởi vậy, mômen động trong quá trình quá độ phải được hạn chế theo yêu cầu của kĩ thuật an toàn.



Hình 1-3.

Mômen của động cơ phụ thuộc vào tải trọng.

- 1- Động cơ di chuyển xe cầu; 2- Động cơ di chuyển xe con;
- 3- Động cơ nâng - hạ.

Năng suất của máy nâng - vận chuyển quyết định bởi hai yếu tố : tải trọng của thiết bị và số chu kì bốc, xúc trong một giờ. Số lượng hàng hóa bốc xúc trong mỗi một chu kì không như nhau và nhỏ hơn trọng tải định mức, cho nên phụ tải đối với động cơ chỉ đạt $(60 + 70)\%$ công suất định mức của động cơ.

Do điều kiện làm việc của máy nâng - vận chuyển nặng nề, thường xuyên làm việc trong chế độ quá tải (đặc biệt là máy xúc) nên các máy nâng - vận chuyển được chế tạo có độ bền cơ khí cao, khả năng chịu quá tải lớn.

§1.4. HỆ TRUYỀN ĐỘNG DỪNG TRONG CÁC MÁY NÂNG - VẬN CHUYỂN

Hiện nay, hệ truyền động điện trong các máy nâng - vận chuyển sử dụng phổ biến là hệ truyền động với động cơ xoay chiều và một chiều. Xu hướng chủ yếu khi thiết kế và chế tạo hệ truyền động điện cho máy nâng - vận chuyển là thường chọn hệ truyền động với động cơ xoay chiều vì có hiệu quả kinh tế cao, đạt yêu cầu về đặc tính khởi động cũng như đặc tính điều chỉnh.

Để đáp ứng các yêu cầu về an toàn, độ tin cậy khi làm việc dài hạn của hệ truyền động điện các máy nâng - vận chuyển, nâng cao tuổi thọ của các khí cụ điều khiển, nên dùng các khí cụ phi tiếp điểm thay cho các khí cụ tiếp điểm (role - côngtácơ). Các khí cụ phi tiếp điểm đó có thể chế tạo, lắp ráp từ các phần tử điện tử, điện tử và bán dẫn.

Những năm gần đây, do sự phát triển nhanh của kĩ thuật bán dẫn, kĩ thuật biến đổi điện năng công suất lớn, các hệ truyền động điện cho máy nâng - vận chuyển đã dùng nhiều các bộ biến đổi thyristor thay thế cho các hệ cơ điện dùng máy điện khuếch đại cũng như khuếch đại từ.

Bộ biến đổi thyristor có nhiều ưu điểm hơn hẳn so với bộ biến đổi quay : quán tính nhỏ, độ nhạy cao, kích thước và trọng lượng bé hơn, cho phép chế tạo được những hệ truyền động có các chỉ tiêu kinh tế và kĩ thuật cao.

Chương 2

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CẦU TRỤC

§2.1. NHỮNG ĐẶC ĐIỂM CƠ BẢN CỦA HỆ TRUYỀN ĐỘNG VÀ TRANG BỊ ĐIỆN CẦU TRỤC

Chế độ làm việc của các cơ cấu cầu trục được xác định từ các yêu cầu của quá trình công nghệ, chức năng của cầu trục trong dây chuyền sản xuất. Cấu tạo và kết cấu của cầu trục rất đa dạng. Khi thiết kế và chế tạo hệ thống điều khiển và hệ truyền động điện phải phù hợp với từng loại cụ thể.

Cầu trục trong phân xưởng luyện thép lò Mắctanh, trong các phân xưởng nhiệt luyện phải đảm bảo các chỉ tiêu kĩ thuật trong chế độ quá độ. Cầu trục trong các phân xưởng lắp ráp phải đảm bảo quá trình mở máy êm, dải điều chỉnh tốc độ rộng, dừng chính xác đúng nơi lấy hàng và hạ hàng v.v...

Các cơ cấu của cầu trục làm việc trong chế độ cực kì nặng nề : tần số đóng cắt lớn, chế độ quá độ xảy ra nhanh khi mở máy, hãm và đảo chiều.

Từ những đặc điểm trên, có thể đưa ra những yêu cầu cơ bản đối với hệ truyền động và trang bị điện cho các cơ cấu của cầu trục :

- 1- Sơ đồ cấu trúc của hệ điều khiển tự động đơn giản.
- 2- Các phần tử cấu thành có độ tin cậy cao, đơn giản về cấu tạo, thay thế dễ dàng.
- 3- Trong sơ đồ điều khiển phải có mạch bảo vệ điện áp "không", quá tải và ngắn mạch.
- 4- Quá trình mở máy diễn ra theo một luật được định sẵn.
- 5- Sơ đồ điều khiển cho từng động cơ riêng biệt, độc lập.
- 6- Có công tắc hành trình hạn chế hành trình tiến, lùi cho xe cầu, xe con ; hạn chế hành trình lên của cơ cấu nâng - hạ.
- 7- Đảm bảo hạ hàng ở tốc độ thấp.
- 8- Tự động cắt nguồn cấp khi có người làm việc trên xe cầu.

§2.2. TÍNH CHỌN CÁC PHẦN TỬ TRONG HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN VÀ TRANG BỊ ĐIỆN CẦU TRỤC

1. Tính chọn công suất động cơ

a) Động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ

Động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ giữ vai trò quan trọng trong các máy nâng - vận chuyển nói chung và trong cầu trục nói riêng. Động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại, nên khi chọn công suất động cơ phải tính đến cả phụ tải động.

*) *Tính toán phụ tải tĩnh.* Phụ tải tĩnh của cơ cấu nâng - hạ chủ yếu là do tải trọng quyết định. Để xác định phụ tải tĩnh, phải dựa vào sơ đồ động học của cơ cấu nâng - hạ cụ thể. Giả sử có sơ đồ động học như hình 2-1.

- Phụ tải tĩnh khi nâng có tải :

$$M_n = \frac{(G + G_o)R_t}{u i \eta_c}, \quad [Nm] \quad (2-1)$$

Trong đó :

G - trọng lượng của tải trọng, [N].

G_o - trọng lượng của bộ lấy tải [N].

R_t - bán kính của tang nâng, [m].

u - bội số của hệ thống ròng rọc.

η_c - hiệu suất của cơ cấu.

i - tỉ số truyền

$$i = \frac{2\pi R_t \cdot n}{v} \quad (2-2)$$

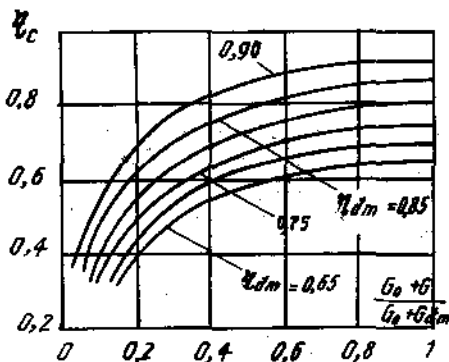
Trong đó : v - tốc độ nâng tải, [m/s]

n - tốc độ quay của động cơ, [vg/s]

Trong các công thức tính trên, hiệu suất η_c lấy bằng định mức khi tải trọng bằng định mức. Ứng với các tải trọng khác định mức, cần xác định η_c theo tải trọng như trên hình 2-2.

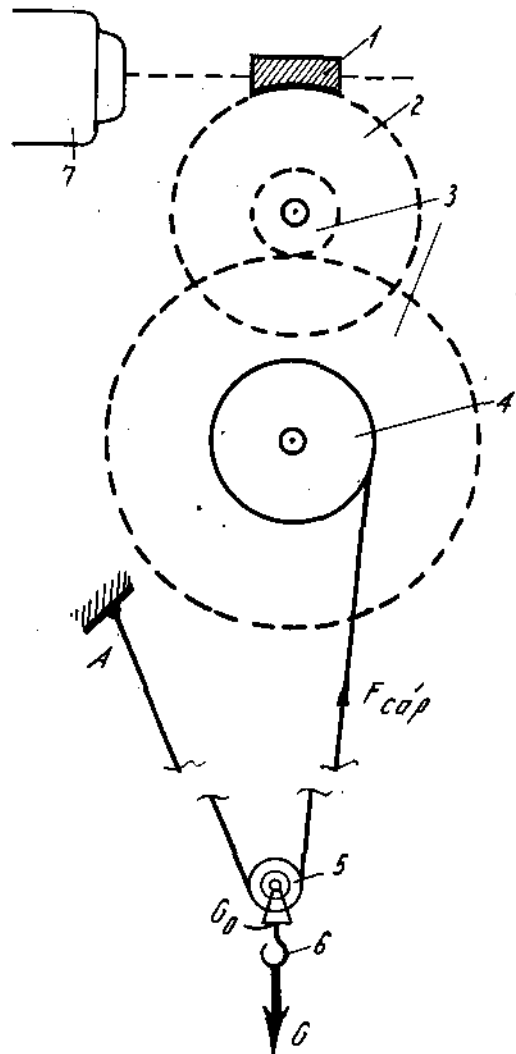
Xác định η_c dựa theo hệ số mang tải :

$$K = \frac{P_c}{P_{cđm}}$$



Hình 2-2

Quan hệ phụ thuộc η_c theo tải trọng.



Hình 2-1

Sơ đồ động học của cơ cấu nâng - hạ dùng móc.

1- Trục vít; 2- Bánh vít; 3- Truyền động bánh răng; 4- Tang nâng; 5- Bộ phận móc hàng; 6- Móc; 7- Động cơ; A- Điểm cố định cáp.

- Phụ tải tĩnh khi nâng không tải :

$$M_{no} = \frac{G_o R_t}{u \cdot i \cdot \eta_c}, \quad [Nm] \quad (2-3)$$

- Phụ tải tĩnh khi hạ tải.

Có thể có hai chế độ hạ tải : hạ động lực và hạ hãm. Hạ động lực thực hiện khi tải trọng nhỏ. Khi đó mômen do tải trọng gây ra không đủ để thắng mômen ma sát trong cơ cấu. Máy điện làm việc ở chế độ động cơ.

Hạ hãm thực hiện khi hạ tải trọng lớn. Khi đó mômen do tải trọng gây ra rất lớn. Máy điện phải làm việc ở chế độ hãm để giữ cho tải trọng được hạ với tốc độ ổn định (chuyển động không có gia tốc).

Để xác định mômen trên trục của động cơ khi hạ tải, cần thực hiện vài phép biến đổi sau :

Gọi mômen trên trục động cơ do tải trọng gây ra không có tổn thất là M_t thì :

$$M_t = \frac{(G_o + G)R_t}{u \cdot i}, \text{ [Nm]} \quad (2-4)$$

Khi hạ tải, năng lượng được truyền từ phía tải trọng sang cơ cấu truyền động, nên :

$$M_h = M_t - \Delta M = M_t \cdot \eta_h, \text{ [Nm]} \quad (2-5)$$

Trong đó : M_h - mômen trên trục động cơ khi hạ tải, [Nm]

ΔM - tổn thất mômen trong cơ cấu truyền động, [Nm]

η_h - hiệu suất của cơ cấu khi hạ tải.

Nếu $M_t > \Delta M$ - hạ hãm, $M_t < \Delta M$ - hạ động lực.

Coi tổn thất trong cơ cấu nâng - hạ khi nâng tải và khi hạ tải như nhau, thì :

$$\Delta M = \frac{M_t}{\eta_c} - M_t = M_t \left(\frac{1}{\eta_c} - 1 \right) \quad (2-6)$$

Do đó :

$$\begin{aligned} M_h &= M_t - M_t \left(\frac{1}{\eta_c} - 1 \right) = M_t \left(2 - \frac{1}{\eta_c} \right) \\ &= \frac{(G_o + G)R_t}{u \cdot i} \left(2 - \frac{1}{\eta_c} \right) \end{aligned} \quad (2-7)$$

So sánh hai biểu thức (2-5) và (2-7) ta có :

$$\eta_h = 2 - \frac{1}{\eta_c} \quad (2-8)$$

Đối với những tải trọng tương đối lớn ($\eta_c > 0,5$) ta có $\eta_h > 0$, $M_h > 0$. Điều đó có nghĩa là mômen động cơ ngược chiều với mômen phụ tải. Động cơ làm việc ở chế độ hạ hãm. Khi tải trọng tương đối nhỏ ($\eta_c < 0,5$) thì $\eta_h < 0$, $M_h < 0$, mômen động cơ cùng chiều với mômen phụ tải. Động cơ làm việc ở chế độ hạ động lực.

*) *Tính toán hệ số tiếp diện tương đối TD%*. Chu kì làm việc của cơ cấu nâng - hạ bao gồm các giai đoạn sau : hạ không tải, nâng tải, hạ tải và nâng không tải (giữa các giai đoạn thường có thời gian nghỉ).

Khi tính toán hệ số tiếp diện tương đối, chúng ta bỏ qua thời gian hãm máy và mở máy.

Thời gian toàn bộ 1 chu kì làm việc của cơ cấu nâng - hạ có thể tính được theo năng suất Q và tải trọng định mức G_{dm} .

$$T_{ck} = \frac{3600G_{dm}}{Q}, \text{ [s]} \quad (2-9)$$

$$TD\% = \frac{T_{lv}}{T_{ck}} \cdot 100\% \quad (2-10)$$