

Chương 10

TRANG BỊ ĐIỆN MÁY XÚC

10-1 Khái niệm chung và phân loại

Máy xúc được sử dụng rộng rãi trong ngành khai thác mỏ lộ thiên, trên công trường xây dựng công nghiệp và dân dụng, trên các công trình thủy lợi, xây dựng cầu đường và nhiều hạng mục công trình khác nhau, ở những nơi mà yêu cầu bốc xúc đất đá với khối lượng lớn.

Máy xúc có nhiều loại, nhưng có thể phân loại theo các chỉ tiêu sau:

1. Phân loại theo tính năng sử dụng

a) Máy xúc dùng trong ngành xây dựng chạy bằng bánh xích, bánh lốp có thể tích gàu xúc từ $0,25 \div 2\text{m}^3$.

b) Máy xúc dùng trong ngành khai thác mỏ lộ thiên có thể tích gàu xúc từ $4 \div 8\text{m}^3$.

c) Máy xúc dùng để bốc xúc đất đá có thể tích gàu xúc từ $4 \div 35\text{m}^3$.

d) Máy xúc bước gàu ngoạm có thể tích gàu xúc từ $4 \div 80\text{m}^3$.

2. Phân loại theo cơ cấu bốc xúc

a) Máy xúc có cơ cấu bốc xúc là gàu thuận, gàu xúc di chuyển vào đất đá theo hướng từ máy xúc đi ra phía trước dưới tác dụng của hai lực kết hợp: cơ cấu nâng - hạ gàu và cơ cấu tay gàu (h.10-1a).

b) Máy xúc có cơ cấu bốc xúc là gàu ngược, gàu di chuyển vào đất đá theo hướng từ ngoài vào trong dưới tác dụng của hai lực kết hợp: cơ cấu nâng hạ gàu và cơ cấu đẩy tay gàu (h.10-1b).

c) Máy xúc có cơ cấu bốc xúc kiểu gàu cào. Gàu cào di chuyển theo mặt phẳng ngang từ ngoài vào trong trên cần gàu dẫn hướng (h.10-1c).

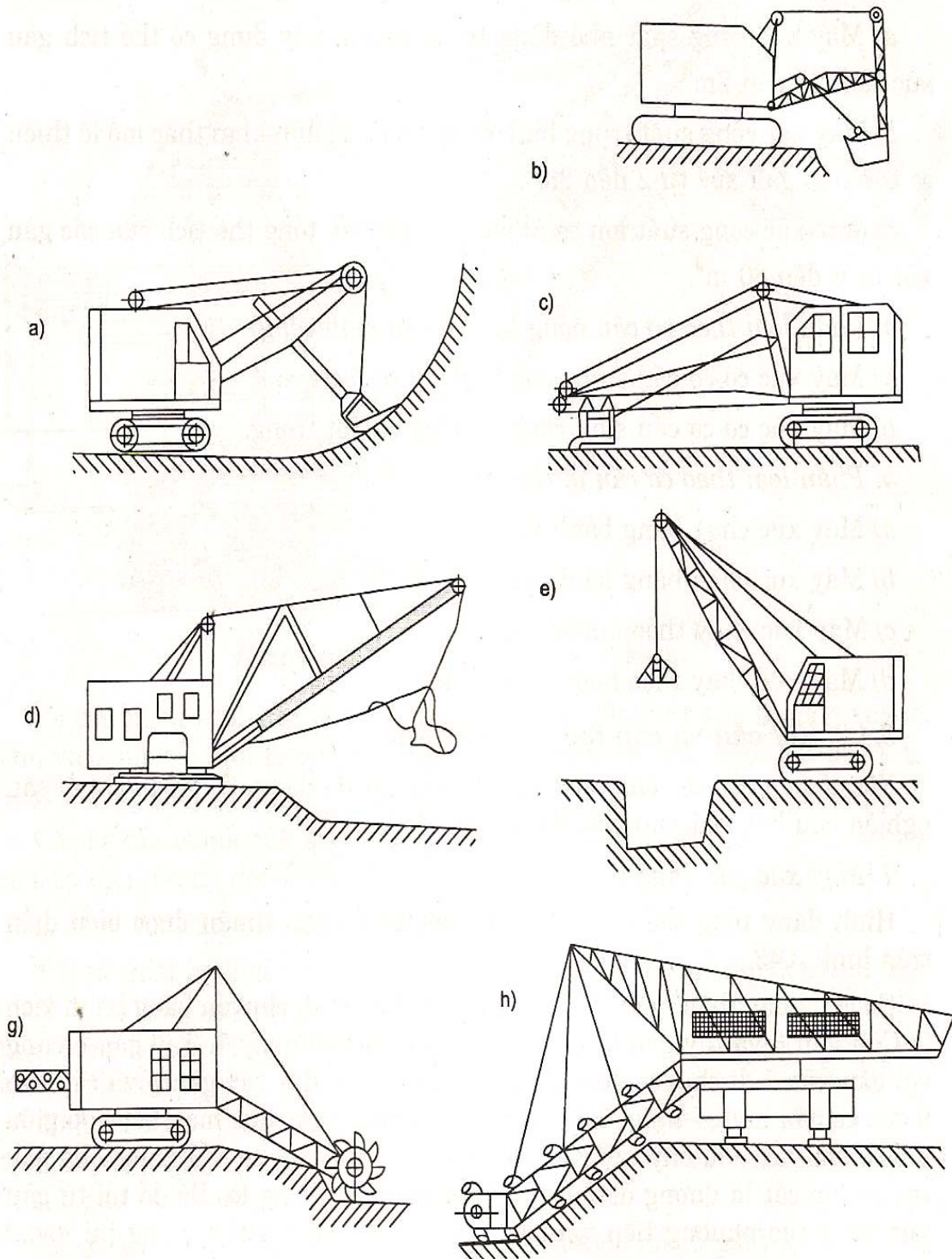
d) Máy xúc có cơ cấu bốc xúc là gàu treo trên dây, gàu di chuyển theo hướng từ ngoài vào trong máy xúc dưới tác dụng của hai lực kết hợp: cơ cấu kéo cáp và cơ cấu nâng cáp (h.10-1d).

e) Máy xúc có cơ cấu bốc xúc kiểu gàu ngoạm, quá trình bốc xúc đất đá được thực hiện bằng cách kéo khép kín dần hai nửa thành gàu dưới tác dụng của cơ cấu kéo cáp và cơ cấu nâng cáp (h.10-1e). Cơ cấu bốc xúc kiểu gàu ngoạm có thể thay thế bằng cơ cấu móc gọi là máy xúc - cần cẩu.

g) Máy xúc rôto, có cơ cấu bốc xúc gàu quay. Gàu quay gồm một bánh xe, có nhiều gàu xúc nhỏ gá lắp trên bánh xe theo chu vi của bánh xe (h.10-1g).

h) Máy xúc nhiều gàu xúc, gồm nhiều gàu nhỏ nối tiếp theo băng xích di chuyển liên tục (giống như băng chuyền) (h.10-1h).

Trong các loại máy xúc kể trên, máy xúc gàu thuận (h.10-1a) có mức đứng thấp hơn so với mức gương lò (mức đất đá cần bốc xúc). Máy xúc gàu cào có mức đứng của máy xúc ngang với mức của gương lò, còn tất cả các máy xúc còn lại có mức đứng của máy xúc cao hơn mức của gương lò.



Hình 10-1 .Các loại máy xúc

a) máy xúc gàu thuận; b) máy xúc gàu ngược; c) máy xúc gàu cào;
 d) máy xúc gàu treo; e) máy xúc roto; h) máy xúc nhiều gàu xúc

3. Phân loại theo thể tích gàu xúc (hoặc theo công suất)

a) Máy xúc công suất nhỏ dùng trong ngành xây dựng có thể tích gàu xúc từ $0,25 \div 2\text{m}^3$.

b) Máy xúc công suất trung bình dùng trong ngành khai thác mỏ lộ thiên có thể tích gàu xúc từ $2 \div 8\text{m}^3$.

c) Máy xúc công suất lớn có nhiều gàu xúc với tổng thể tích của các gàu xúc từ $6 \div 80\text{m}^3$.

3) Phân loại theo cơ cấu động lực (cơ cấu sinh công)

a) Máy xúc có cơ cấu sinh công là động cơ điện.

b) Máy xúc có cơ cấu sinh công là động cơ đốt trong.

4. Phân loại theo cơ cấu di chuyển

a) Máy xúc chạy bằng bánh xích.

b) Máy xúc chạy bằng bánh lốp.

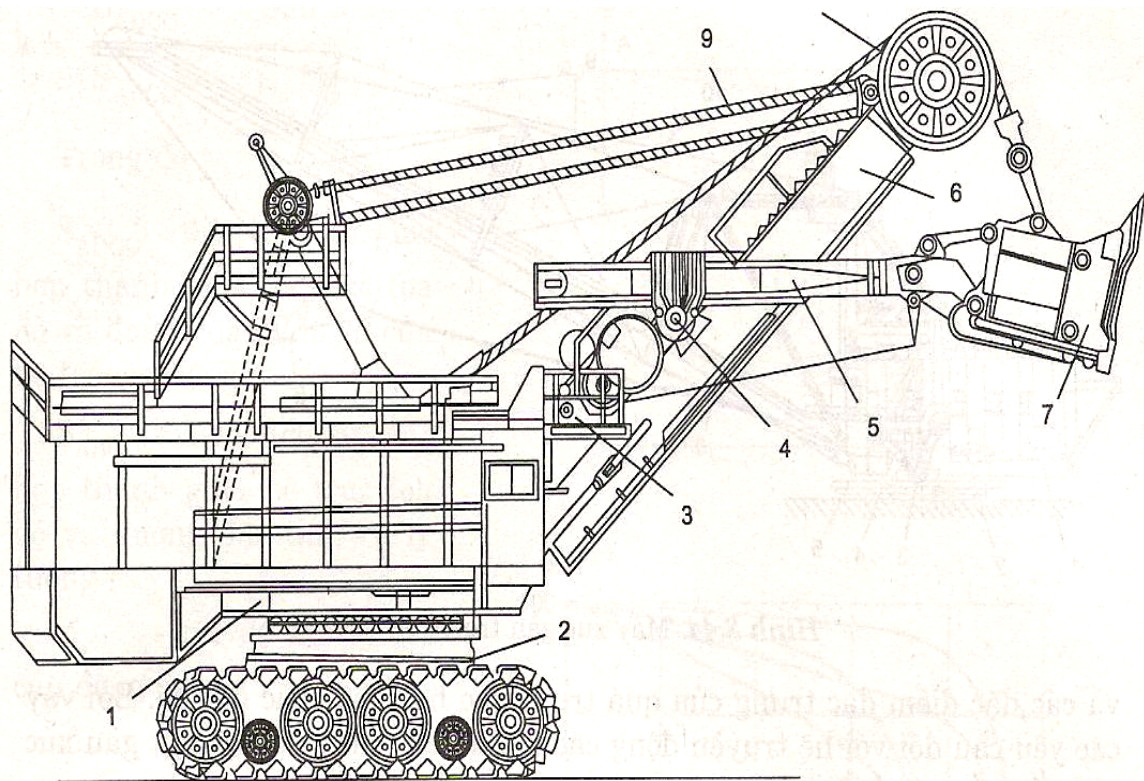
c) Máy xúc chạy theo đường ray.

d) Máy xúc chạy theo bước (h.10-1h).

10-2 Kết cấu và cấu tạo của máy xúc

Kết cấu và cấu tạo của các loại máy xúc rất đa dạng. Ta chỉ nghiên cứu hai loại máy xúc đặc trưng là máy xúc gàu thuận và máy xúc gàu treo trên dây.

1. Máy xúc gàu thuận



Hình 10-2 Máy xúc một gàu – gàu thuận

Cơ cấu quay (bàn quay) 1 được lắp trên cơ cấu di chuyển bằng bánh xích 2. Cần gầu 6 và tay gầu 5 cùng được lắp trên bàn quay 1. Tay gầu 5 cùng với gầu xúc 7 di chuyển theo gương lò do cơ cấu đẩy tay gầu 4 và cáp kéo 9 của cơ cấu nâng - hạ gầu. Quá trình bốc xúc được thực hiện kết hợp giữa hai cơ cấu: cơ cấu đẩy tay gầu tạo ra bề dày lớp cắt, cơ cấu nâng - hạ gầu tạo ra lớp cắt là đường di chuyển của gầu theo gương lò. Để đổ tải từ gầu xúc sang các phương tiện khác được thực hiện nhờ cơ cấu mở đáy gầu 3 lắp trên thành thùng xe của máy xúc.

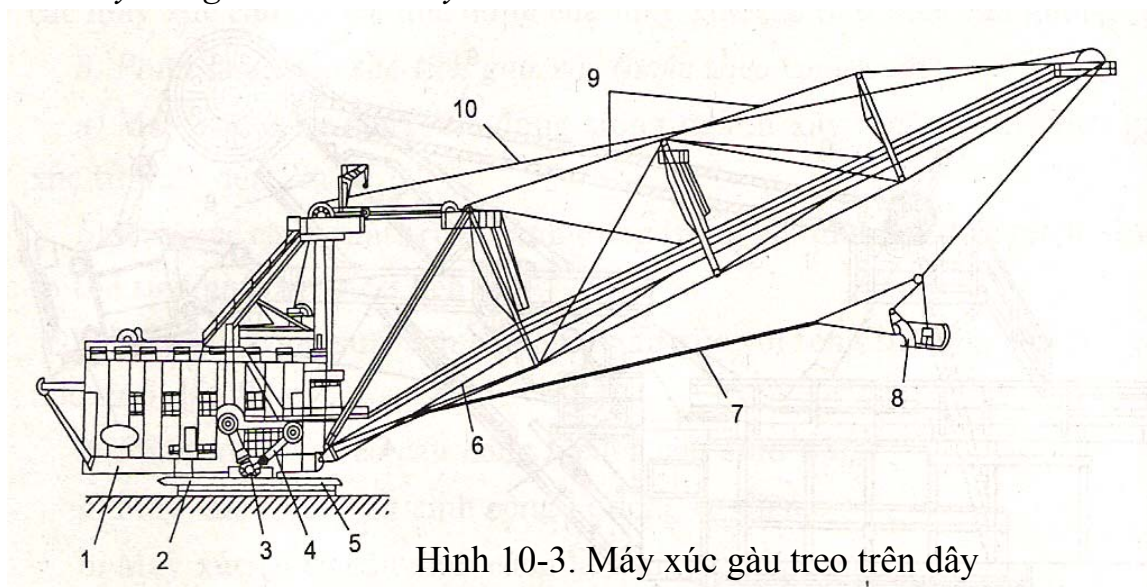
Máy xúc có ba chuyển động cơ bản: nâng - hạ gầu, ra - vào tay gầu và quay, ngoài ra còn có một số chuyển động phụ khác như: nâng cần gầu, di chuyển máy xúc, đóng - mở đáy gầu v.v...

Chu trình làm việc của máy xúc bao gồm các công đoạn sau: đào, nâng gầu đồng thời quay gầu về vị trí đổ tải, quay gầu về vị trí đào và hạ gầu xuống gương lò. Thời gian của một chu trình làm việc khoảng từ 20 ÷ 60s.

Cơ cấu nâng hạ gầu và cơ cấu tay gầu của máy xúc thường xuyên làm việc quá tải (gọi là quá tải làm việc) do gầu bốc xúc phải đất đá cứng hoặc lớp cắt quá sâu.

Các cơ cấu chính của máy xúc làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại với hệ số tiếp điểm tương đối $TĐ\% = (25 \div 75)\%$

2. Máy xúc gầu treo trên dây.



Hình 10-3. Máy xúc gầu treo trên dây

Tất cả thiết bị điện và thiết bị cơ khí của máy xúc được lắp đặt trên bàn quay 1. Có thể quay với góc quay tới hạn trên bệ 2. Di chuyển máy xúc thực hiện bằng cơ cấu tạo bước tiến 3 và hai kích thủy lực 4. Máy xúc di chuyển được nhờ tấm trượt 5 lắp ở hai bên thành của bàn quay 1. Cần gầu 6 lắp cố định trên bàn quay bằng hệ thống thanh giằng 9. Gầu xúc 8 được treo trên

dây cáp nâng 10. Quá trình bốc xúc đất đá được thực hiện nhờ cáp kéo 7, kéo gàu theo hướng từ ngoài vào trong máy xúc.

Các cơ cấu của máy xúc làm việc trong điều kiện môi trường khắc nghiệt với chế độ làm việc nặng nề, chao lắc mạnh, nhiều bụi, nhiệt độ môi trường thay đổi trong phạm vi rộng. Một số yếu tố khác cũng gây ảnh hưởng đến chế độ làm việc của các cơ cấu của máy xúc như: độ nghiêng, độ chênh dọc trục của máy xúc, gia tốc lớn khi mở máy và hãm v.v... Do chế độ làm việc của máy xúc nặng nề như vậy, nên các thiết bị của máy xúc phải được chế tạo chắc chắn, độ bền cơ học cao và độ tin cậy làm việc cao.

10-3. Các yêu cầu cơ bản đối với hệ truyền động các cơ cấu của máy xúc

Chế độ làm việc của một máy xúc phụ thuộc vào cấu tạo, kết cấu của nó và các đặc điểm đặc trưng của quá trình đào hoặc bốc xúc đất đá. Bởi vậy, các yêu cầu đối với hệ truyền động các cơ cấu của máy xúc có một gàu xúc và máy xúc có nhiều gàu xúc có nhiều điểm khác biệt nhau.

1. Đối với máy xúc có một gàu xúc

Đối với máy xúc có một gàu xúc, các yêu cầu chính đối với hệ truyền động các cơ cấu bao gồm:

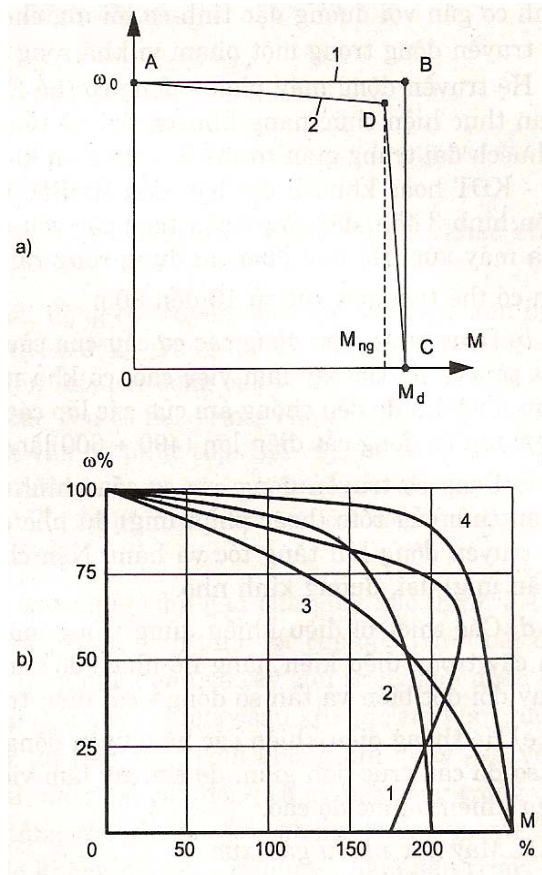
a) Đặc tính cơ của hệ truyền động điện truyền động các cơ cấu chính của máy xúc (cơ cấu nâng - hạ gàu, cơ cấu quay và cơ cấu đẩy tay gàu) phải đảm bảo hai yêu cầu chính sau:

- Trong phạm vi tải thay đổi từ 0 đến dòng nhỏ hơn dòng điện ngắn ($I_{ng} = 2,25 \div 2,5I_{dm}$), độ sụt tốc độ không đáng kể để đảm bảo năng suất của máy xúc.

- Khi động cơ bị quá tải ($I \geq I_{ng}$), tốc độ của động cơ truyền động phải giảm nhanh về không để không gây hỏng hóc đối với động cơ.

Để đáp ứng hai yêu cầu trên, hệ truyền động phải tạo ra đường đặc tính cơ đặc trưng gọi là đặc tính “máy xúc” (đường 1 hình 10-4a).

Trong thực tế không sử dụng đường đặc tính cơ lý tưởng như đường 1 vì người vận hành máy xúc không cảm nhận được nhận được thời điểm quá tải



Hình 10- 4 Đặc tính cơ của các hệ truyền động cơ cấu máy xúc
a) Dùng để xác định hệ số lắp đặt
b) Đặc tính cơ của một số hệ truyền động tiêu biểu

của động cơ để giảm tốc độ hạn chế momen của động cơ nhỏ hơn trị số lớn nhất cho phép dẫn đến làm cho động cơ dễ bị cháy, mà thường dùng đặc tính mềm hơn (đường 2 hình 10-4a)

Năng suất của máy xúc được đánh giá bằng diện tích của tứ giác hợp thành giữa hệ trục tọa độ và đường đặc tính cơ của hệ truyền động (hình 10-4a) S_{ADCO} . Để đánh giá năng suất của máy xúc, ta có hệ số lấp đầy k . Hệ số lấp đầy k được tính theo biểu thức sau:

$$k = \frac{S_{ADCO}}{S_{ABCO}} = \frac{S.m}{\omega_0 M_d}$$

với: S_{ADCO} - diện tích tứ giác hợp thành giữa hệ trục tọa độ và đường đặc tính cơ của hệ truyền động;

S_{ABCO} - diện tích tứ giác hợp thành giữa hệ trục tọa độ và đường đặc tính cơ lý tưởng;

ω_0 - tốc độ không tải của động cơ.

m - hệ số tỷ lệ.

Hệ số lấp đầy của các hệ truyền động hiện đại có thể đạt đến $k = 0,8 \div 0,9$.

Trên hình 10-4b biểu diễn các đường đặc tính cơ của một số hệ truyền động các cơ cấu của máy xúc. Họ đặc tính cơ của các hệ đó cho phép đánh giá và tính chọn hệ truyền động một cách hợp lý đối với từng loại máy xúc cụ thể. Hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ ba pha (đường 1) được sử dụng rộng rãi cho các loại máy xúc công suất bé với thể tích gàu xúc dưới $1m^3$. Đặc biệt là khi dùng động cơ truyền động là động cơ không đồng bộ có hệ số trượt lớn cho phép hạn chế dòng của động cơ trong giới hạn cho phép.

Hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto dây quấn nếu có đấu thêm một điện trở phụ trong mạch rôto của động cơ $R_f = (0,1 \div 0,15)R$ (R là điện trở của dây quấn rôto của động cơ) và có cuộn kháng bảo hoà trong mạch stato của động cơ (đường 2 hình 10-4b) ta sẽ nhận được đường đặc tính cơ tối ưu đối với các cơ cấu của máy xúc công suất nhỏ.

Hệ truyền động máy phát một chiều có ba cuộn kích từ - động cơ điện một chiều (đường 3 hình 10-4b) thường dùng đối với các loại máy xúc công suất trung bình với thể tích gàu xúc từ 2 đến $5m^3$. Hệ này có đường đặc tính cơ gần với đường đặc tính cơ tối ưu, cho phép điều chỉnh tốc độ động cơ truyền động trong một phạm vi khá rộng.

Hệ truyền động máy phát - động cơ (F-Đ) có khâu khuếch đại trung gian thực hiện chức năng khuếch đại và tổng hợp các tín hiệu điều khiển (khuếch đại trung gian có thể là máy điện khuếch đại - MĐKĐ, khuếch đại từ - KĐT, hoặc khuếch đại bán dẫn KĐBD) sẽ tạo ra đường đặc tính cơ 4 (trên hình 10-4b), đáp ứng hoàn toàn yêu cầu về truyền động các cơ cấu của máy xúc.

Hệ này được sử dụng rộng rãi trong các máy xúc công suất lớn có thể tích gàu xúc từ $10 \div 80\text{m}^3$.

b) Động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trục phải có độ chắc chắn về kết cấu và độ tin cậy làm việc cao, có khả năng chịu quá tải lớn. Độ bền nhiệt và độ bền chống ẩm của các lớp cách điện trong động cơ cao, chịu được tần số đóng cắt điện lớn ($400 \div 600$) lần /h.

c) Động cơ truyền động các cơ cấu chính của máy xúc phải có momen quán tính của roto (hoặc phần ứng) đủ nhỏ để giảm thời gian quá độ của hệ truyền động khi tăng tốc và hãm. Nên chọn loại động cơ có roto (hoặc phần ứng) dài, đường kính nhỏ.

d) Các thiết bị điều khiển dùng trong máy xúc phải đảm bảo làm việc tin cậy trong điều kiện nặng nề nhất (độ rung động, chao lắc lớn, phụ tải thay đổi đột biến và tần số đóng - cắt điện trở lớn).

e) Hệ thống điều khiển các hệ truyền động các cơ cấu của máy xúc phải có sơ đồ cấu trúc đơn giản, độ tin cậy làm việc cao, tự động hoá quá trình điều khiển ở mức độ cao.

2. Máy xúc nhiều gàu xúc

Hệ truyền động dùng trong máy xúc nhiều gàu xúc phải đáp ứng các yêu cầu chính sau:

a) Hệ truyền động phải đảm bảo quá trình mở máy xảy ra êm, hạn chế gia tốc và mômen trong giới hạn cho phép để không ảnh hưởng đến kết cấu cơ khí của những gàu xúc con gá lắp trên băng xích.

b) Động cơ truyền động phải có momen mở máy lớn để khắc phục momen quán tính lớn của băng xích có gá các gàu xúc con, lực ma sát trong thanh dẫn hướng và trong các ổ đỡ.

c) Hệ thống điều khiển truyền động điện phải đảm bảo quá trình mở máy xảy ra êm và phạm vi điều chỉnh tốc độ động cơ khá rộng ($D= 10:1$).

d) Hệ truyền động phải tạo ra đường đặc tính cơ với độ cứng phù hợp để có thể giảm tốc độ quay của các gàu xúc khi phụ tải thay đổi, và bảo vệ quá tải cho băng xích có gá các gàu xúc con một cách chắc chắn.

10-4. Biểu đồ phụ tải của các cơ cấu chính của máy xúc

1. Biểu đồ phụ tải của máy xúc một gàu thuận

Muốn xây dựng được biểu đồ phụ tải chính xác của các hệ truyền động chính của máy xúc cần có các thông số sau:

- Thông số kỹ thuật của động cơ truyền động.
- Các tham số của mạch điều khiển.
- Mômen quán tính của cơ cấu quy đổi về trục động cơ trong các chế độ làm việc khác nhau của hệ truyền động.
- Mômen cản tĩnh của các cơ cấu trong các chế độ làm việc khác nhau của hệ truyền động.

Để tính chọn sơ bộ công suất động cơ truyền động chỉ cần dựa trên biểu đồ phụ tải tối giản của hệ truyền động trong đó chỉ tính đến mômen cản tĩnh của cơ cấu, không tính đến mômen động của cơ cấu trong chế độ quá độ. Việc tính toán chính xác các yếu tố đặc trưng cho chế độ làm việc của các cơ cấu của máy xúc là một vấn đề phức tạp. Bởi vậy, để tiến hành tính chọn công suất động cơ truyền động các cơ cấu của máy xúc có thể sử dụng biểu đồ phụ tải gần giống với biểu đồ phụ tải thực của các cơ cấu chính của máy xúc biểu diễn trên hình 10-5.

Chu trình làm việc của cơ cấu nâng - hạ gầu của máy xúc (h.10-5a) bao gồm giai đoạn chính sau:

- **t1:** thời gian tăng tốc cho quá trình bắt đầu đào bốc đất đá
- **t2:** thời gian nâng tay gầu trong giai đoạn bốc xúc đất đá
- **t3:** thời gian dừng gầu sau lúc bốc xúc xong
- **t4:** thời gian giữ tay gầu cân bằng khi quay gầu về vị trí đổ tải
- **t5:** thời gian đổ tải, momen cầu động cơ giảm trong trình đổ tải
- **t6:** thời gian tăng tốc khi hạ gầu không xuống gương lò
- **t7:** thời gian hạ gầu với tốc độ không đổi
- **t8:** thời gian hãm gầu trước khi hạ gầu xuống gương lò

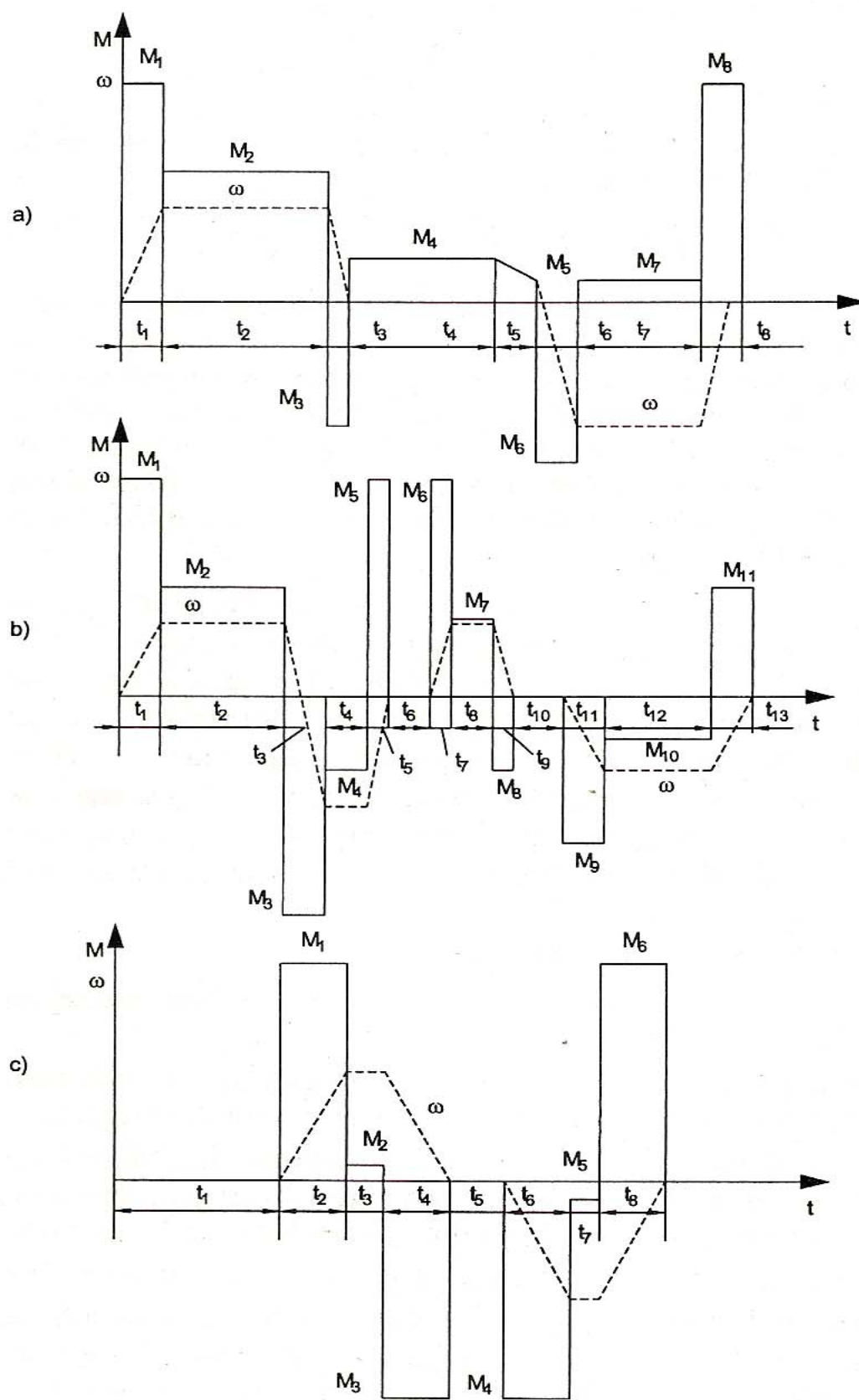
Từ biểu đồ phụ tải, ta rút ra kết luận sau:

- Động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ gầu làm việc dài hạn với hệ số tiếp điện tương đối $TĐ\% = 100\%$.

- Trị số của mômen động cơ truyền động xác định bằng mômen cản tĩnh của phụ tải, mômen cản tĩnh của cơ cấu nâng - hạ có tính thế năng.

Biểu đồ phụ tải của động cơ truyền động cơ cấu đẩy tay gầu được biểu diễn trên hình 10-5b. Chu kỳ làm việc của cơ cấu đẩy tay gầu gồm các giai đoạn sau:

- **t1:** thời gian tăng tốc đưa tay gầu vào đất kết hợp với cơ cấu nâng
- **t2:** thời gian gầu đi lên để xúc đất đá
- **t3:** thời gian đảo chiều để lùi tay gầu
- **t4:** thời gian tay gầu di chuyển với tốc độ không đổi theo hướng đi lên
- **t5:** thời gian hãm tay gầu
- **t6:** thời gian nghỉ khi máy quay tay gầu về vị trí đổ tải
- **t7:** thời gian tăng tốc để đẩy tay gầu ra k.cách xa nhất để đổ tải
- **t8:** thời gian tăng tốc để đẩy tay gầu di chuyển với tốc độ không đổi
- **t9:** thời gian hãm khi di chuyển tay gầu
- **t10:** thời gian nghỉ khi đổ tải
- **t11:** thời gian tăng tốc để kéo tay gầu vào
- **t12:** thời gian kéo tay gầu vào với tốc độ không đổi
- **t13:** thời gian hãm tay gầu trước khi hạ tay gầu xuống đất



H.10-5. Biểu đồ phụ tải của các cơ cấu chính của máy xúc một gầu - gầu thuận

Biểu đồ phụ tải của động cơ truyền động cơ cấu truyền động cơ cấu quay biểu diễn trên hình 10-5c

- **t1**: thời gian nghỉ khi gàu di chuyển vào đất đá
- **t2**: thời gian tăng tốc khi gàu đầy tải
- **t3**: thời gian quay tay gàu đầy tải với tốc độ không đổi
- **t4**: thời gian hãm
- **t5**: thời gian nghỉ khi đổ tải
- **t6**: thời gian tăng tốc để quay gàu không về vị trí bốc xúc
- **t7**: thời gian quay gàu không với tốc độ không đổi
- **t8**: thời gian hãm của cơ cấu quay

Trong một số trường hợp, để đơn giản trong việc tính toán, biểu đồ phụ tải không tính đến chế độ động của hệ truyền động. Ví dụ như đối với cơ cấu đẩy tay gàu có thể giả thiết rằng: $M_1 = M_2$; $M_3 = M_4$; $M_4 = M_5$; $M_6 = M_7$; $M_8 = M_9$ và $M_{10} = M_{11}$. Cũng tương tự như vậy có thể xây dựng biểu đồ phụ tải tối giản cho động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ gàu.

2. Biểu đồ phụ tải của máy xúc gàu treo dây. (hình 10-6)

Biểu đồ phụ tải của cơ cấu kéo cáp gồm các giai đoạn sau (h.10-6a):

t_1 - thời gian tăng tốc của động cơ truyền động để đưa gàu xúc xuống gương lò.

t_2 - thời gian bốc xúc.

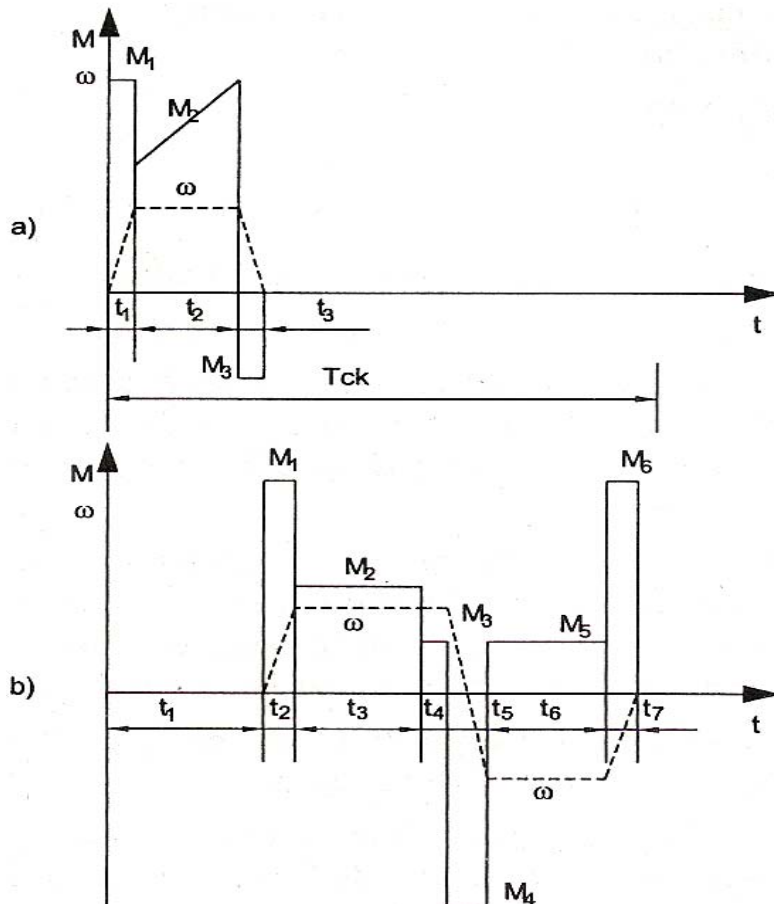
t_3 - thời gian kết thúc quá trình bốc - xúc.

Biểu đồ phụ tải của động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ gàu (h.10-6b)

t_1 - thời gian nghỉ, trong khi cơ cấu kéo gàu đi thực hiện quá trình bốc xúc;

t_2 - thời gian tăng tốc của cơ cấu nâng gàu khi gàu xúc bắt đầu rời khỏi gương lò;

t_3 - thời gian nâng gàu với tốc độ không đổi,



H.10-6. Biểu đồ phụ tải của các cơ cấu chính của máy xúc gàu treo trên dây

a) Cơ cấu kéo; b) Cơ cấu nâng - hạ

đồng thời quay gàu về vị trí đổ tải;

t_4 - thời gian đổ tải;

t_5 - thời gian hãm của cơ cấu đồng thời động cơ truyền động cơ cấu đảo chiều để hạ gàu xuống gương lò;

t_6 - thời gian hạ gàu xuống gương lò với tốc độ không đổi, đồng thời quay gàu theo hướng ngược lại.

t_7 - thời gian hãm của cơ cấu để đưa gàu vào gương lò.

Biểu đồ phụ tải của cơ cấu quay của máy xúc gàu treo trên dây tương tự như của máy xúc một gàu - gàu thuận.

10-5. Tính chọn công suất động cơ truyền động các cơ cấu chính của máy xúc.

Để tính chọn được công suất động cơ truyền động các cơ cấu của máy xúc cần phải có các dữ kiện ban đầu sau đây:

- Sơ đồ động học của cơ cấu.
- Chế độ làm việc của máy xúc.
- Tốc độ di chuyển của cơ cấu.
- Thời gian của một chu trình làm việc của cơ cấu.
- Loại đất đá hoặc quặng và một số dữ kiện khác v.v...

Tất cả các thông số trên có thể nhận được từ kích thước kết cấu của máy xúc với năng suất (thể tích gàu xúc) xác định. Chế độ động của cơ cấu trong quá trình làm việc như tăng tốc, hãm, thay đổi tốc độ ảnh hưởng rất đáng kể đến năng suất của máy xúc.

Mômen quán tính của cơ cấu truyền lực trung gian có thể tính toán được dựa trên sơ đồ động học của cơ cấu, còn mômen quán tính của động cơ chỉ tính được sau khi đã chọn sơ bộ công suất động cơ. Bởi vậy để tính chọn chính xác công suất động cơ, phải tiến hành theo các bước sau:

- Xây dựng biểu đồ phụ tải tối giản dựa trên các công thức (sẽ trình bày sau) và xác định công suất cần tính của động cơ.
- Tiến hành tính chọn sơ bộ công suất động cơ truyền động (trong sổ tay tra cứu) và xây dựng đường đặc tính cơ tự nhiên của động cơ truyền động.
- Xây dựng biểu đồ phụ tải chính xác của động cơ truyền động cơ cấu cho một chu trình làm việc có tính đến chế độ động của hệ truyền động.
- Kiểm tra động cơ đã chọn theo điều kiện phát nóng bằng phương pháp dòng điện hoặc mômen đẳng trị.
- Kiểm tra động cơ theo khả năng quá tải.

Công suất của động cơ đã chọn phải qui đổi hệ số tiếp điện (TĐ%) phù hợp với hệ số tiếp điện quy chuẩn.

1. Động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ gàu của máy xúc gàu thuận

Để xây dựng biểu đồ phụ tải cơ cấu - hạ gàu (hình 10-7) cần phải tính mômen động cơ sinh ra khi thực hiện bốc xúc, nâng gàu đầy tải, đổ tải, hạ

gàu v.v... Mômen của động cơ khi thực hiện bốc xúc đất đá được tính theo biểu thức sau:

$$M_2 = \frac{(G_g + G + 0,5G_{tg} + G_c)R_t \cdot g}{i\eta} \quad [\text{N.m}] \quad (10-1)$$

Trong đó: G_g - khối lượng của gàu, kg;
 G - khối lượng đất đá trong gàu, kg;
 G_{tg} - khối lượng của tay gàu, kg;
 R_t - bán kính của tay nâng, m;
 i - tỷ số truyền từ động cơ đến cơ cấu bốc xúc;
 η - hiệu suất của cơ cấu truyền lực;
 g - gia tốc trọng trường, m/s^2 ;
 G_c - khối lượng tương ứng với sự tác động của lực cắt F_c , kg.

$$G_c = \frac{F_c}{g} \quad [\text{kg}] \quad (10-2)$$

Khối lượng đất đá trong gàu tính theo biểu thức:

$$G = V_1 \gamma \quad [\text{kg}] \quad (10-3)$$

Trong đó V_1 - thể tích đất đá chiếm chỗ trong gàu, m^3

γ - khối lượng riêng của đất đá, kg/m^3

$$V_1 = S.h.b \quad [\text{m}^3] \quad (10-4)$$

Trong đó S - tiết diện cắt ngang của một lớp cắt, m^2 ;

h - chiều dài của một đường cắt, m;

b - hệ số tới, xấp xỉ của đất đá (0,6 ÷ 0,8).

Lực cắt được tính theo biểu thức sau:

$$F_c = f \frac{V_1.b}{h} \cdot 10^{-4} \quad [\text{N}] \quad (10-5)$$

Trong đó: f - suất lực cản cắt của đất đá, N/cm^2

Trị số của f phụ thuộc vào tính chất của đất đá, quặng và cơ cấu bốc xúc của từng loại máy xúc.

Tốc độ nâng của gàu được chọn theo kinh nghiệm và phụ thuộc vào năng suất của máy xúc. Đối với máy xúc có thể tích gàu xúc dưới 2m^3 , $v_g = (0,4 \div 0,5)\text{m/s}$; thể tích gàu xúc $(2 \div 3)\text{m}^3$, $v_g = (0,5 \div 0,9)\text{m/s}$ và thể tích gàu xúc từ $(3 \div 6)\text{m}^3$, $v_g = (0,9 \div 1,6)\text{m/s}$.

Mômen của động cơ khi gàu rời khỏi gương lò hoặc khi giữ gàu đầy tải trên không được tính theo biểu thức:

$$M_4 = \frac{(G_g + G + 0,5G_{tg}).R_t \cdot g}{i\eta} \quad [\text{N.m}] \quad (10-6)$$

Mômen động cơ khi hạ gàu không tải bằng:

$$M_7 = \frac{(G_g + 0,5G_{tg}).R_t \cdot \eta \cdot g}{i} \quad [\text{N.m}] \quad (10-7)$$

Tất cả các trị số mômen động cơ khi xây dựng biểu đồ phụ tải tối giản có thể lấy bằng: tăng tốc khi đào $M_1 = 1,5M_2$; hãm sau khi gàu rời khỏi gương lò $M_3 = 0,8M_2$; tăng tốc khi hạ gàu $M_6 = M_2$; hãm trước khi bắt đầu quá trình đào, bốc xúc $M_8 = 1,5M_2$. Dựa vào biểu đồ phụ tải của hệ truyền động cơ cầu nâng - hạ gàu, có thể xác định được mômen đẳng trị của động cơ:

$$M_{dt} = \sqrt{\frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t^2 + M_3^2 t_3 + M_4^2 t_4 + M_5^2 t_5 + M_6^2 t^2 + M_7^2 t_7 + M_8^2 t^2}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8}} \text{ [N.m]} \quad (10-8)$$

Để tính được thời gian quá độ (t_1 , t_3 , t_6 và t_8), trước hết phải tính thời gian làm việc của động cơ ở chế độ xác lập. Thời gian đào, bốc xúc t_2 phụ thuộc vào độ dài của đường cắt h (chiều cao của gương lò) và tốc độ nâng của gàu v_g . Thời gian giữ gàu trên không khi quay về hai hướng t_4 và t_7 phụ thuộc vào tốc độ quay của cơ cấu quay của máy xúc. Thời gian đổ tải t_5 phụ thuộc vào thể tích của gàu xúc.

Thời gian tổng của một chu trình làm việc của cơ cấu nâng - hạ gàu có thể được tính bằng:

$$t_{ck} = \Sigma t = (1,15 \div 1,2)(t_2 + t_4 + t_5 + t_7) \quad [s] \quad (10-9)$$

Công suất của động cơ được chọn dựa trên hai đại lượng: mômen đẳng trị M_{dt} và tốc độ nâng gàu v_g .

2. Động cơ truyền động cơ cấu đẩy tay gàu của máy xúc một gàu - gàu thuận.

Công suất động cơ truyền động cơ cấu đẩy tay gàu của máy xúc gàu thuận được xác định bởi các trị số ngoại lực tác dụng lên tay gàu của máy xúc. Các lực đó thay đổi phụ thuộc vào vị trí của tay gàu so với cần gàu của máy xúc, phụ thuộc vào chế độ làm việc của cơ cấu đẩy tay gàu để tạo ra chuyển động tịnh tiến hoặc giữ tay gàu tại chỗ. Để tay gàu di chuyển tịnh tiến được ra phía trước, cơ cấu đẩy tay gàu phải tạo ra lực đẩy song song với trục tay gàu theo hướng từ đầu tay gàu ra đến gàu xúc. Trong đó thành phần lực đẩy hữu ích tạo ra để khắc phục thành phần pháp tuyến của lực cản khi cắt đất đá và thành phần lực F_n (hình 10-7) gàu có hướng song song với trục của tay gàu.

Các vị trí tính toán của tay gàu: b, c, d và e, các bản vẽ véc tơ lực tác dụng lên tay gàu.

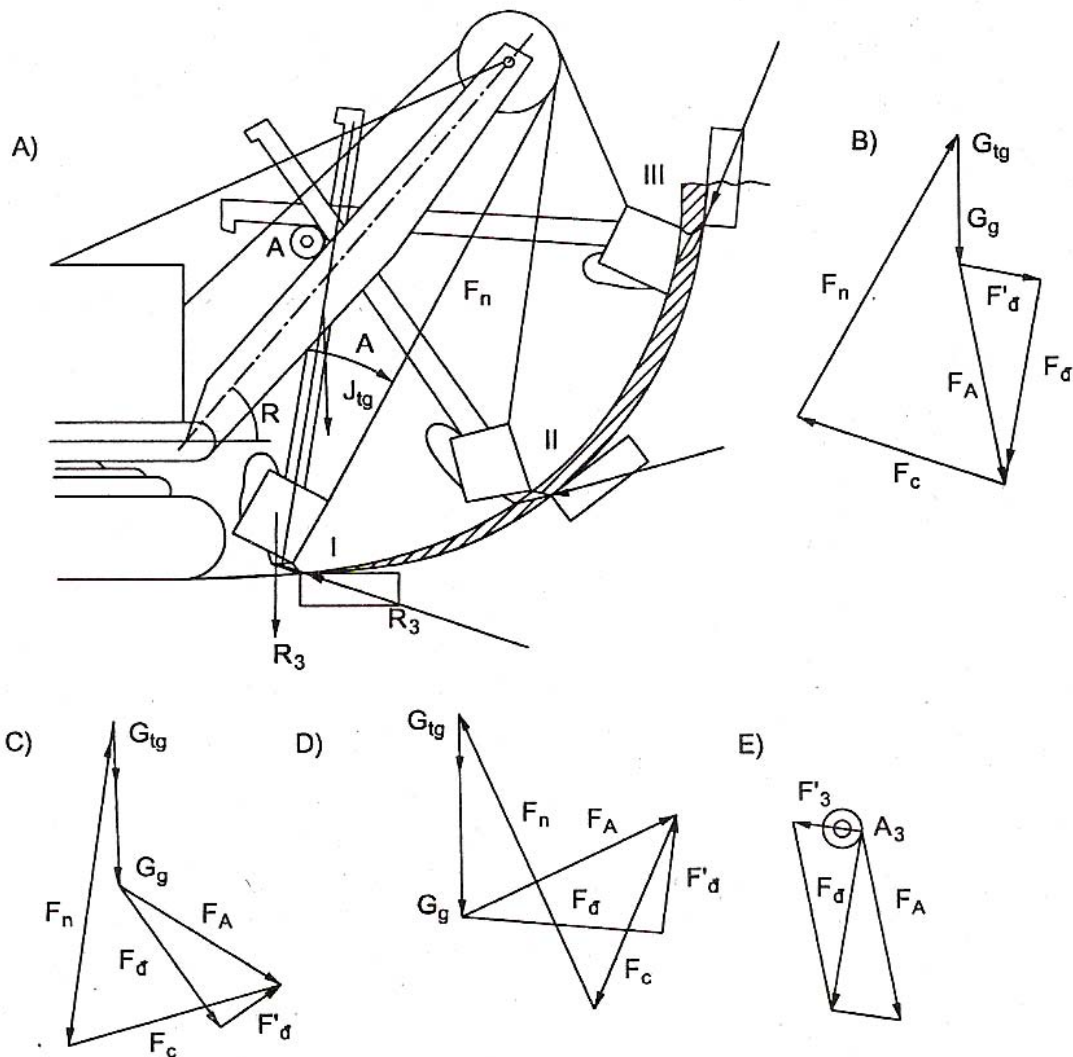
Thành phần lực chủ đạo để đẩy tay gàu là lực nâng F_n , lực nâng F_n tỷ lệ nghịch với góc α được hợp thành giữa hai trục: trục của tay gàu và trục của dây cáp kéo của cơ cấu nâng. Giá trị của lực nâng F_n lớn hơn nhiều lần so với lực cản cắt của đất đá F_c . Khi giữ tay gàu trên không, cơ cấu đẩy tay gàu chịu một lực đẩy F_d do khối lượng của tay gàu, gàu với đất đá trong gàu và lực nâng tác dụng lên tay gàu.

Để tính chọn được công suất động cơ truyền động cơ cấu đẩy tay gàu, cần phải tính toán thành phần pháp tuyến và tiếp tuyến của lực đẩy tay gàu tại

điểm A (hình 10-7a). Để thực hiện được điều đó phải tiến hành tổng hợp các thành phần lực tác dụng lên tay gầu tại các vị trí khác nhau của tay gầu (hình 10-7b,c và d), các thành phần lực tác dụng bao gồm: lực cắt F_c , lực nâng $F_n = G_n/g$, G_{tg} và G_g . Từ đó có thể xác định được trị số và hướng tác dụng của lực F_a tại điểm A. Thành phần lực cản cắt của đất đá có thể tính được theo biểu thức sau:

$$F_c = \frac{1}{r} (G_n r_1 + G_{tg} r_2 + G_g r_3) \cdot g \quad [N] \quad (10-10)$$

Trong đó: r_1, r_2, r_3 - cánh tay đòn của các lực tương ứng: lực cắt, lực nâng, khối lượng tay gầu và khối lượng gầu xúc so với trục của cần gầu.



Hình 10-7 Biểu đồ lực dùng để tính chọn công suất động cơ truyền động cơ cấu đẩy tay gầu của máy xúc gầu thuận.

Sau khi tiến hành phân tích lực F_A thành hai thành phần: lực F'_d vuông góc với trục của tay gàu và lực F_d song song với trục của tay gàu (hình 10-7E) ứng với vị trí I của tay gàu (hình 10-7A). Lúc đó góc nghiêng của cầu gàu có trị số lớn nhất với $\gamma = 60^\circ$.

Để tính toán sự thay đổi thay đổi của mômen phụ thuộc vào góc nâng của tay gàu (α) cần phải xây dựng biểu đồ lực tác dụng lên tay gàu ứng với $(8 \div 10)$ vị trí của tay gàu. Sau đó xác định được trị số mômen trung bình M_2 (hình 10-7B). Thời gian t_2 được tính bằng thời gian đào - bốc xúc (hình 10-7A).

Trị số mômen của động cơ cầu khi thu tay gàu vào cho một lần bốc xúc mới và vươn tay gàu ra xa nhất để đổ tải cũng được tiến hành theo các bước như trên.

Tốc độ di chuyển của cơ cấu đẩy tay gàu được chọn từ điều kiện khi đẩy tay gàu ra xa nhất trong quá trình đào - bốc xúc.

$$v_d = \frac{I_{tg \max}}{t_d} \quad [\text{m/s}] \quad (10-11)$$

Trong đó: $I_{tg \max}$ - hành trình di chuyển xa nhất của tay gàu, m;
 t_d - thời gian đào - bốc xúc ($t_d = t_2$).

Tốc độ lùi tay gàu để thực hiện một chu trình bốc xúc mới thường lấy bằng $(1,5 \div 2)v_d$. Tốc độ trung bình của cơ cấu đẩy tay gàu thường được chọn bằng:

$$v_{dtb} = (0,45 \div 0,72)v_g \quad [\text{m/s}] \quad [10-12]$$

Các trị số của mômen còn lại được tính theo kinh nghiệm: $M_4 = 0,8M_2$; $M_7 = 0,6M_2$; $M_{10} = 0,4M_2$; $M_1 = M_5 = M_6 = 1,5M_2$; $M_3 = 1,2M_2$; $M_8 = 0,9M_2$ và $M_{11} = M_2$.

Các bước tính toán tiếp theo được thực hiện theo 4 bước như tính chọn công suất động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ gàu.

3. Động cơ truyền động cơ cấu quay của máy xúc một gàu - gàu thuận.

Công suất động cơ truyền động cơ cấu quay của máy xúc một gàu - gàu thuận được tính toán dựa trên:

- Trị số mômen quán tính của các phần quay của máy xúc J.
- Mômen cản tĩnh M_c .
- Tốc độ quay cực đại ω_{\max}
- Trị số góc quay β

Theo kinh nghiệm vận hành và thiết kế hệ truyền động cơ cấu quay của máy xúc rút ra kết luận rằng trị số mômen cản tĩnh và mômen động của động cơ truyền động cơ cấu quay liên quan với nhau với một tỷ lệ nhất định. Bởi vậy, chỉ cần tiến hành tính toán trị số mômen cản tĩnh M_c , sau đó mômen động của động cơ (M_{dg}) có thể tính chọn theo trị số của M_c . Mômen cản tĩnh

của động cơ truyền động M_c và tốc độ quay cực đại ω_{\max} được tính toán theo các bước sau:

a) Chọn thời gian của một chu trình làm việc của máy xúc t_{ck} theo các đường cong trên hình 10-8

Khi máy xúc bốc đất đá rời không kết dính, thời gian của một chu trình làm việc của máy xúc tăng lên: $(5 \div 10)\%$ đối với máy xúc gàu thuận và gàu treo trên dây, 10% đối với máy xúc gàu ngược, 15% đối với máy xúc gàu ngoạm. Khi máy xúc bốc xúc đất đá mềm, thời gian của một chu trình giảm đi hai lần.

b) Xác định thời gian đào - bốc xúc (t_d). Khi tính thời gian đào, giả thiết rằng tốc độ trung bình khi nâng gàu bằng tốc độ trung bình của động cơ khi làm việc với phụ tải định mức.

$$t_d = \frac{H}{v_g} \quad [s] \quad (10-13)$$

Trong đó:

H - chiều dài quỹ đạo khi đào đất đá (một cách gần đúng là chiều cao của gương lò), m;

v_g - tốc độ di chuyển của gàu, m/s.

Chiều dài quỹ đạo khi đào có thể tính được dựa trên các kích thước cơ bản của máy xúc. Tốc độ di chuyển của gàu phụ thuộc vào tính chất của đất đá có thể tính chọn từ $0,5 \div 3,5$ m/s.

c) Tính thời gian đổ tải (t_{dt}). Thời gian đổ tải phụ thuộc vào các yếu tố sau:

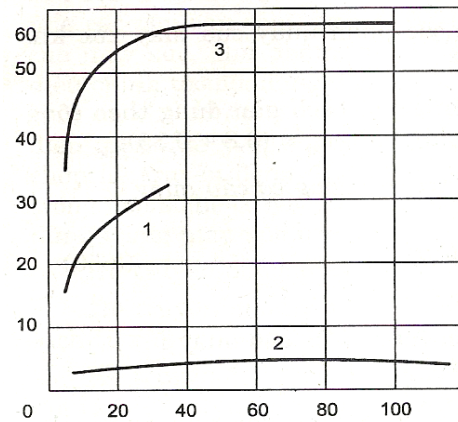
- Đặc điểm, công nghệ khi đổ tải vào phương tiện vận chuyển (ô tô, toa tàu hoặc bãi thải).

- Loại đất đá.

- Chiều cao và tầm vươn xa của gàu khi đổ tải.

Thời gian đổ tải bao gồm: thời gian quay gàu về đúng vị trí đổ tải, thời gian khởi động cơ cấu đổ tải (cơ cấu đóng mở đáy gàu) và thời gian đổ tải.

Thời gian khởi động của hệ truyền động cơ cấu đổ tải thường được chọn trong phạm vi $(0,4 \div 3)$ s. Thời gian đổ tải trong phạm vi $(0,25 \div 2)$ s khi đổ tải ra bãi tha ma, $(0,5 \div 6)$ s khi đổ tải vào các phương tiện vận tải khác như tàu hoả hoặc ô tô.



Hình 10-8 Sự phụ thuộc của thời gian chu trình làm việc của máy xúc vào thể tích gàu xúc. 1. Máy xúc xây dựng; 2. Máy xúc bốc đất đá; 3. Máy xúc gàu treo trên dây

d) Tính thời gian quay gàu (t_q)

$$t_q = \frac{t_{ck} - t_d - t_{dt}}{1 + \sqrt[3]{\frac{J_0}{J}}} \quad [\text{s}] \quad (10-14)$$

Trong đó

J_0 - mômen quán tính của các phần quay của máy xúc khi quay gàu không, kgm^2 ;

J - mômen quán tính của các phần quay của máy xúc khi quay gàu đầy tải, kgm^2 .

Trị số của mômen quán tính có thể tính một cách gần đúng theo công thức thực nghiệm. Thời gian quay có thể lấy bằng $t_q = (0,8 \div 0,85)t_{ck}$.

e) Tính công suất cực đại của động cơ truyền động cơ cấu quay.

$$P_{\max} = \frac{J(1,37 + \eta^2)\beta^2}{0,736at_q^3\eta} \quad [\text{kW}] \quad (10-15)$$

Trong đó: η - hiệu suất cơ cấu truyền lực của cơ cấu quay;

β - góc quay của máy xúc, rad;

a - hệ số tính đến dạng của đường đặc tính cơ của hệ truyền động.

Khi tính toán có thể lấy $\eta = (0,85 \div 0,9)$, góc quay $\beta = (90 \div 110)^\circ$ đối với máy xúc gàu thuận, $\beta = (120 \div 150)^\circ$ đối với máy xúc gàu treo trên dây.

Hệ số a được tính chọn theo dạng đặc tính cơ trên hình 10-9

Đường I, $a = 26,5$; đường II, $a = 41,5$; đường III, $a = 40,7$ và đường IV, $a = 65,5$.

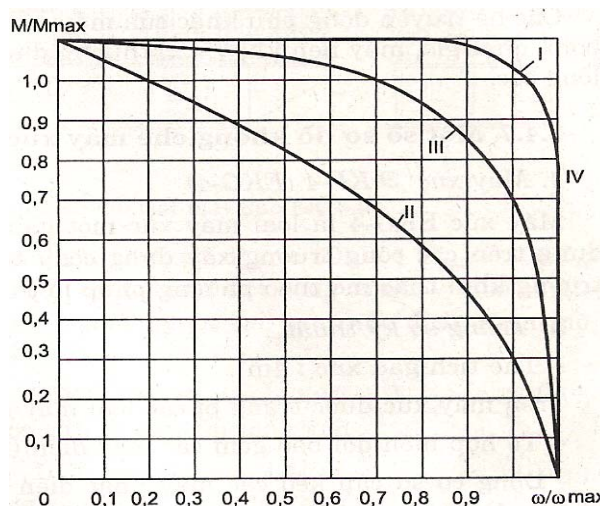
f) Tốc độ quay cực đại

$$\omega_{\max} = \sqrt{\frac{0,736cP_{\max}\eta}{J(1,37 + \eta^2)}} \quad [\text{rad}] \quad (10-16)$$

Trong đó: c - hệ số có tính đến dạng đặc tính cơ của hệ truyền động.

Đường I, $c = 87,5$; đường II, $c = 167$; đường III, $c = 137$ và đường IV, $c = 220,5$.

Theo kết quả P_{\max} , ω_{\max} để tính chọn công suất động cơ truyền động cơ cấu quay trong các sổ tay tra cứu.



Hình 10-9 Dạng đặc tính cơ của hệ truyền động máy xúc để xác định các hệ số a và c

10-6. Các hệ truyền động thường dùng trong máy xúc

Hệ truyền động cơ cấu của máy xúc phải đáp ứng các yêu cầu công nghệ của máy xúc, như phạm vi điều chỉnh tốc độ, dạng đặc tính cơ, chế độ động của cơ cấu, đảm bảo làm việc với độ tin cậy cao trong điều kiện làm việc khắc nghiệt và chế độ làm việc nặng nề. Bởi vậy việc chọn hệ truyền động để truyền động các cơ cấu của máy xúc chỉ giới hạn trong một số hệ truyền động chất lượng cao. Các hệ truyền động thông dụng dùng trong máy xúc bao gồm:

- Hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto dây quấn.
- Hệ truyền động F-Đ có khuếch đại trung gian là nguồn cấp cho cuộn kích từ của máy phát một chiều.
- Hệ truyền động với động cơ điện một chiều, được cấp nguồn từ bộ biến đổi tĩnh (bộ chỉnh lưu có điều khiển dùng Thyristor hệ T-Đ).

Trong các máy xúc năng suất thấp (dưới $150\text{m}^3/\text{h}$), thường dùng hệ truyền động nhóm. Động cơ truyền lực có thể là động cơ đốt trong (động cơ diesel) hoặc động cơ không đồng bộ. Để truyền động các cơ cấu chính của máy xúc được thực hiện từ trục chính thông qua các cơ cấu truyền lực như trục cam, khớp ly hợp ma sát v.v...

Trong các máy xúc năng suất trung bình (dưới $400\text{m}^3/\text{h}$) thường dùng hệ truyền động riêng rẽ: hệ máy phát điện một chiều có ba cuộn kích từ - động cơ điện một chiều.

Trong các máy xúc năng suất lớn (dưới $1500\text{m}^3/\text{h}$), thường dùng trong hệ F-Đ có khuếch đại trung gian làm nguồn cấp cho cuộn kích từ của máy phát như: máy điện khuếch đại, khuếch đại từ, hoặc khuếch đại bán dẫn. Hệ điều khiển truyền động là hệ kín với nhiều mạch vòng phản hồi về dòng điện, điện áp và tốc độ để nâng cao chất lượng tĩnh và chất lượng động của hệ truyền động.

Các hệ truyền động phụ khác của máy xúc (như đóng - mở đáy gàu, máy bơm, quạt gió, máy nén khí v.v...) thường dùng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc.

10-7 Một số sơ đồ không chế máy xúc điển hình

1. Máy xúc ЭКГ -4 (EKG-4)

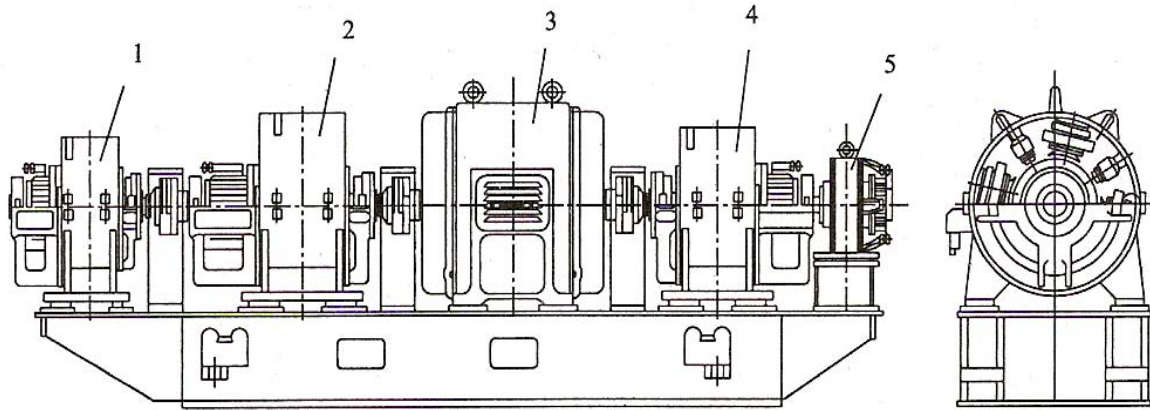
Máy xúc EKG - 4 là loại máy xúc một gàu - gàu thuận thường được sử dụng trên công trường xây dựng, công trình thủy điện, trên các công trường khai thác mỏ theo phương pháp lộ thiên.

a) Thông số kỹ thuật

+ Thể tích gàu xúc: 4m^3 .

Trên máy xúc được trang bị các loại máy điện sau:

+ Tổ hợp biến đổi bao gồm các máy điện như hình 10-10.



Hình 10-10 Tổ hợp biến đổi của máy xúc EKG-4

- Động cơ sơ cấp kéo các máy phát điện một chiều dùng loại động cơ không đồng bộ lồng sóc cao áp 3 pha với điện áp định mức 6kV, $P_{dm} = 259kW$.

- Máy phát điện một chiều 2 làm nguồn cấp cho động cơ truyền động cơ cầu nâng - hạ gầu với $U_{dm} = 451V$; $P_{dm} = 192kW$.

- Máy phát điện một chiều 4 làm nguồn cấp cho động cơ truyền động cơ cầu quay với $U_{dm} = 395V$; $P_{dm} = 54kW$.

- Máy phát điện một chiều 1 làm nguồn cấp cho các động cơ truyền động cơ cầu đẩy tay gầu và cơ cấu di chuyển với $U_{dm} = 395V$; $P_{dm} = 54kW$.

- Máy phát điện một chiều 5, làm nguồn cấp cho các cuộn kích từ của tất cả các máy phát và động cơ một chiều truyền động các cơ cấu chính của máy xúc và động cơ đóng - mở đáy gầu với $U_{dm} = 115V$; $P_{dm} = 12kW$.

+ Các động cơ truyền động của cơ cấu chính

- Động cơ điện một chiều kích từ độc lập ĐN (h.10-10) với $P_{dm} = 175kW$; $U_{dm} = 460V$; $n_{dm} = 755vg/ph$, truyền động cơ cầu nâng - hạ gầu.

- Động cơ điện một chiều kích từ độc lập ĐĐ với $P_{dm} = 40kW$; $U_{dm} = 360V$; $n_{dm} = 1110vg/ph$, truyền động cơ cầu đẩy tay gầu.

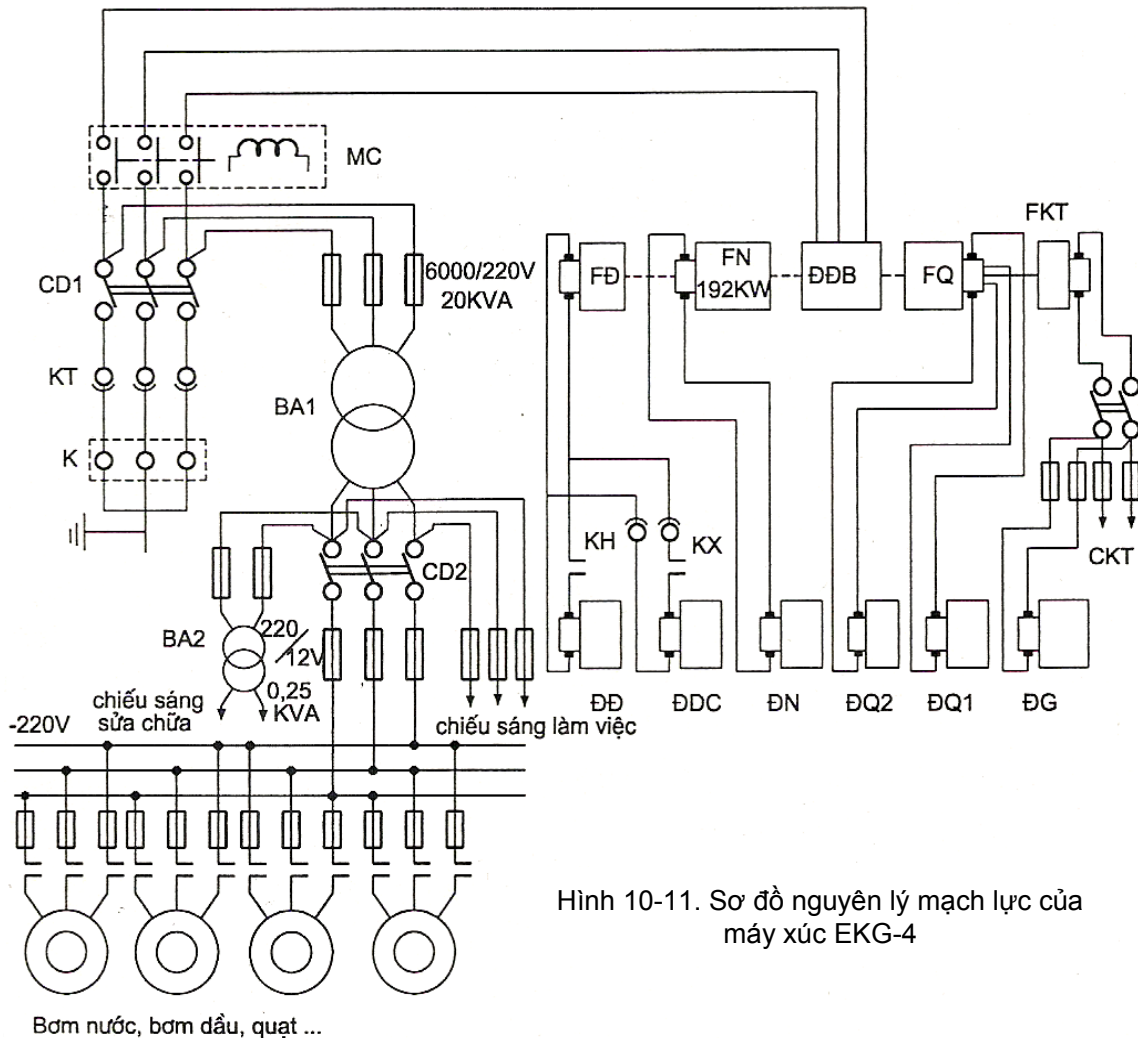
- Hai động cơ điện một chiều ĐQ1, ĐQ2 với $P_{dm} = 50kW$; $U_{dm} = 306V$; $n_{dm} = 910vg/ph$, truyền động cơ cầu quay bàn (một động cơ quay theo chiều thuận, động cơ còn lại quay theo chiều ngược) với mục đích giảm mômen quán tính của hệ truyền động.

- Động cơ điện một chiều ĐĐC, với $P_{dm} = 40kW$; $U_{dm} = 360V$; $n_{dm} = 1110vg/ph$, truyền động cơ cầu di chuyển máy xúc.

- Động cơ điện một chiều ĐG, với $P_{dm} = 1,1kW$; $U_{dm} = 11V$; $n_{dm} = 1450vg/ph$, truyền động cơ cầu đóng mở gầu.

b) Sơ đồ cung cấp điện cho máy xúc EKG-4

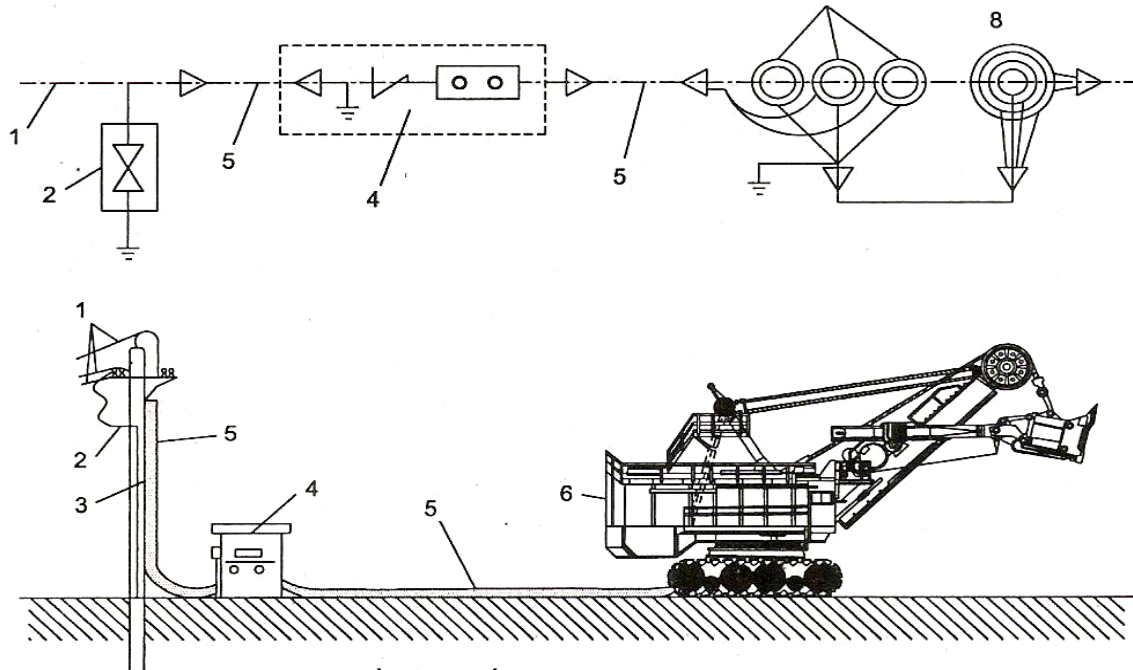
Sơ đồ cung cấp điện từ lưới điện quốc gia đến máy xúc được thể hiện trên hình 10-11.



Hình 10-11. Sơ đồ nguyên lý mạch lực của máy xúc EKG-4

phối 4 cấp điện đến máy xúc bằng đường cáp mềm 5 đến máy xúc - đến hộp nối đầu vào trên 3 giá đỡ sứ cao áp 7 và bộ tiếp điện 8 lắp trên bệ của máy xúc. Nguồn từ bộ tiếp điện cấp vào tủ phân phối đặt trong máy xúc. Trong tủ phân phối gồm các thiết bị cao áp như: cầu dao cách ly CD1 (hình 10-11), máy cắt dầu MC, biến áp tự dòng BA1 với $S = 20\text{kVAr}$, $U_1/U_2 = 6\text{kV}/0,22\text{kV}$ và một số thiết bị hạ áp khác.

Biến áp tự dòng BA1 (hình 10-11) dùng làm nguồn cấp cho các thiết bị điều khiển hạ áp, nguồn chiếu sáng làm việc và các động cơ truyền động phụ là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc (truyền động bơm nước, bơm dầu, quạt làm mát, v.v..)



Hình 10-12. Sơ đồ cung cấp điện cho máy xúc ЭКГ-4 (EKG-4)

1. Dây điện cao thế; 2. Van chống sét; 3. cột điện; 4. tủ phân phối; 5. đường cáp mềm 3 pha cao áp; 6. máy xúc; 7. sứ đỡ cao áp đầu vào; 8. bộ tiếp điện

Biến áp an toàn BA2 với $S = 0,25 \text{ kVA}$, $U_1/U_2 = 220\text{V}/12\text{V}$ làm nguồn chiếu sáng khi sửa chữa máy xúc.

c) Hệ truyền động các cơ cấu chính của máy xúc EKG-4

Tất cả các cơ cấu chính của máy xúc EKG -4: cơ cấu nâng - hạ gầu, cơ cấu đẩy tay gầu, cơ cấu quay và cơ cấu di chuyển được truyền động bằng hệ truyền động một chiều: máy phát ba cuộn kích từ - động cơ điện một chiều.

Mạch điều khiển hệ truyền động của các cơ cấu về cơ bản là như nhau. Sơ đồ nguyên lý mạch lực và mạch điều khiển hệ truyền động cơ cấu nâng - hạ gầu được giới thiệu trên hình 10-13.

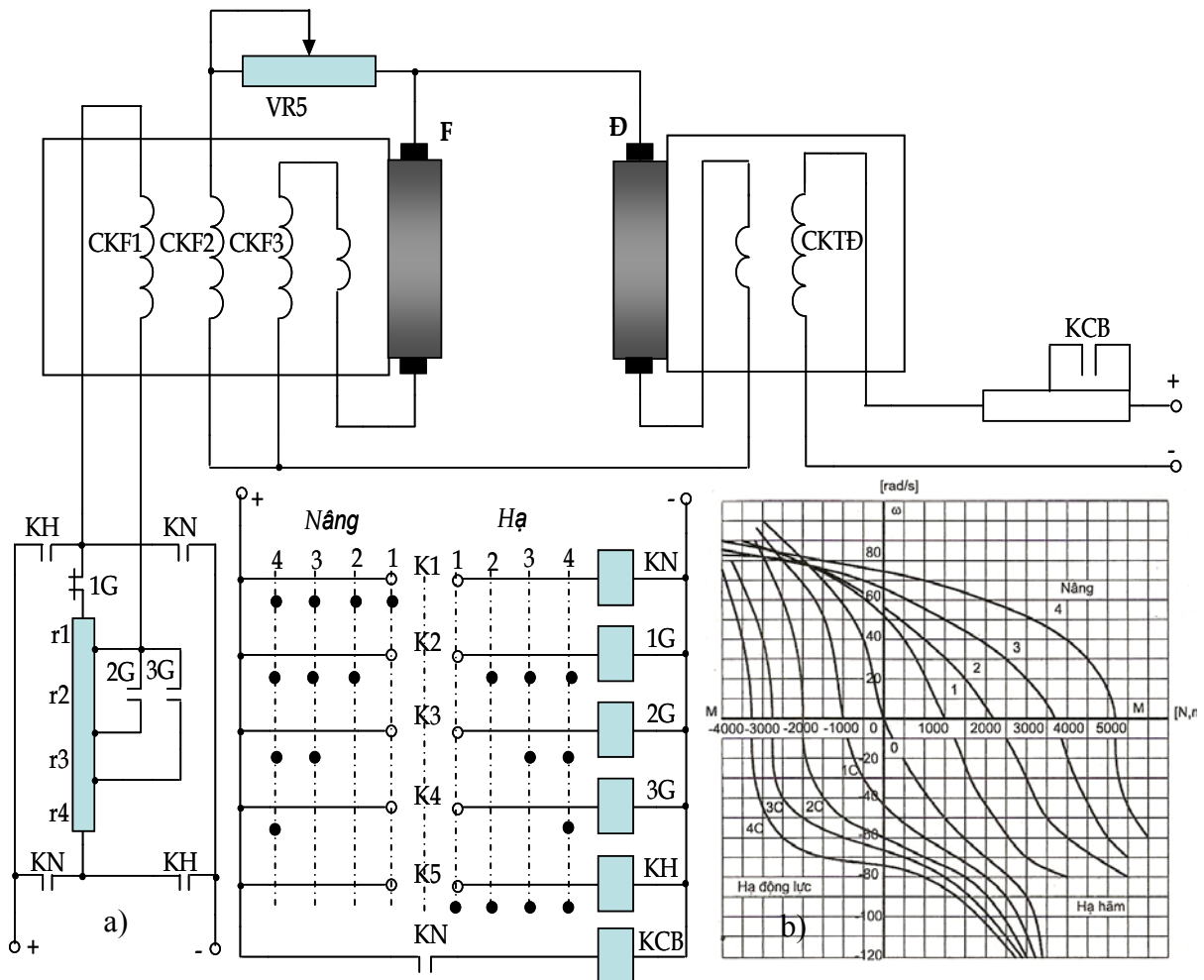
Điều khiển động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ gầu thực hiện bằng bộ khống chế từ KC có 5 vị trí về phía nâng và 5 vị trí về phía hạ gầu. Đảo chiều quay và điều chỉnh tốc độ động cơ truyền động thực hiện bằng cách thay đổi chiều và trị số dòng điện chảy trong cuộn dây kích từ độc lập CKF1. Cuộn kích từ song song CKF2 đấu song song với phần ứng của động cơ và máy phát qua biến trở hạn chế r_s . Cuộn kích từ nối tiếp CKF3 đấu nối tiếp với phần ứng của động cơ và máy phát.

Cuộn kích từ độc lập của máy phát CKF1 được cấp từ máy phát kích từ FKT (hình 10-11). Sức từ động sinh ra trong cuộn CKF1 và CKF2 cùng chiều nhau, còn sức từ động sinh ra trong cuộn CKF3 ngược chiều với sức từ động sinh ra trong hai cuộn dây. Sức từ động tổng của máy phát bằng:

$$F_{\Sigma} = F_{CKF1} + F_{CKF2} - F_{CKF3} \quad (10-17)$$

Do tính chất khử từ của cuộn kích từ CKF3, khi phụ tải của động cơ truyền động nằm trong dải $0 < I_u < I_{ng}$ (dòng điện ngắt $I_{ng} = 2,25 \div 2,5 I_{dm}$) tính chất khử từ của cuộn kích từ nối tiếp không lớn lắm, độ sụt tốc độ không lớn đảm bảo năng suất của máy xúc đúng như khi thiết kế. Trong trường hợp động cơ truyền động bị quá tải ($I \geq I_{ng}$) tác dụng khử từ của cuộn CKF3 rất lớn làm cho điện áp phát ra của máy phải giảm nhanh về không, kết quả tốc độ động cơ giảm nhanh về không. Tác dụng của cuộn kích từ nối tiếp CKF3 là hạn chế trị số mômen dừng trong giới hạn cho phép $M_d = (1,5 \div 2) M_{dm}$, tạo ra đường đặc tính cơ gãy gục khi quá tải.

Đảo chiều quay động cơ truyền động bằng các công tắc tơ KN và KH, còn điều chỉnh tốc độ bằng các công tắc tơ gia tốc $1G \div 3G$.



Hình 10-13. Hệ truyền động cơ cấu nâng hạ gàu máy xúc EKG -4.

a) Sơ đồ nguyên lý điện b) Họ đặc tính cơ

Khi chuyển tay gạt của bộ không chế từ KC từ vị trí 1 đến vị trí 5 sang bên trái hoặc sang bên phải sẽ nhận được họ đặc tính cơ của hệ truyền động 1,2,3 và 4 (hình 10-13b) hoặc 1c, 2c, 3c và 4c.

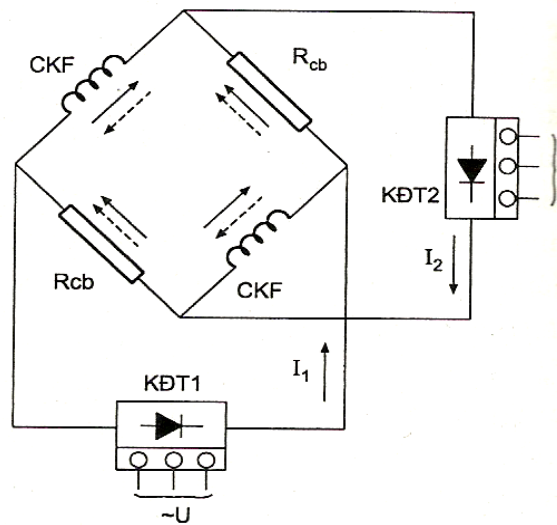
Ở vị trí “1” bên trái của bộ không chế từ KC, công tắc tơ KN tác động, dòng điện trong cuộn kích từ CKF1 nhỏ nhất (cuộn dây CKF1 được đấu nối tiếp với các điện trở r_1 , r_2 , r_3 và r_4), mômen của động cơ khi khởi động khi khởi hành bằng $0,5M_{dm}$, tốc độ động cơ thấp nhất (đường đặc tính 1 hình 10-13b) dùng để kéo căng sơ bộ cáp kéo của cơ cấu nâng - hạ gàu, khắc phục khe hở trong các khâu truyền lực và đưa gàu xúc ăn từ từ vào đất đá, bắt đầu quá trình đào - bốc xúc. Nếu chuyển dần bộ không chế từ “1” sang vị trí “2”, “3”, “4” và “5”, tốc độ động cơ truyền động tăng dần ứng với các đường đặc tính 2,3 và 4. Khi quay bộ không chế về vị trí “0”, các công tắc tơ gia tốc 1G, 2G và 3G lần lượt mất điện, động cơ chuyển sang làm việc ở chế độ hãm tái sinh (đường “0” trên hình 10-13b)

Hạ gàu bằng cách quay bộ không chế KC sang vị trí bên phải, công tắc tơ KH có điện, đóng điện cuộn kích từ CKF1 vào điện áp có cực tính ngược lại, động cơ đảo chiều quay và làm việc trên các đường đặc tính cơ 1c ÷ 4c. Tại các vị trí này, công tắc tơ cường bức kích từ KCB mất điện, cuộn CKTD được nối tiếp với điện trở phụ làm giảm từ thông Φ nhằm tăng tốc hạ gàu tăng năng suất của máy.

Trong chế độ quá độ, trị số mômen và tốc độ của động cơ phụ thuộc rất lớn với hai đại lượng: quán tính điện từ của các cuộn kích từ của máy phát và quán tính cơ của hệ truyền động. Do cuộn kích từ nối tiếp CKF3 có hằng số thời gian rất lớn nên trị số mômen cực đại được hạn chế tới trị số $M_{max}=1,3M_{dm}$.

2. Máy xúc EKG-4,6

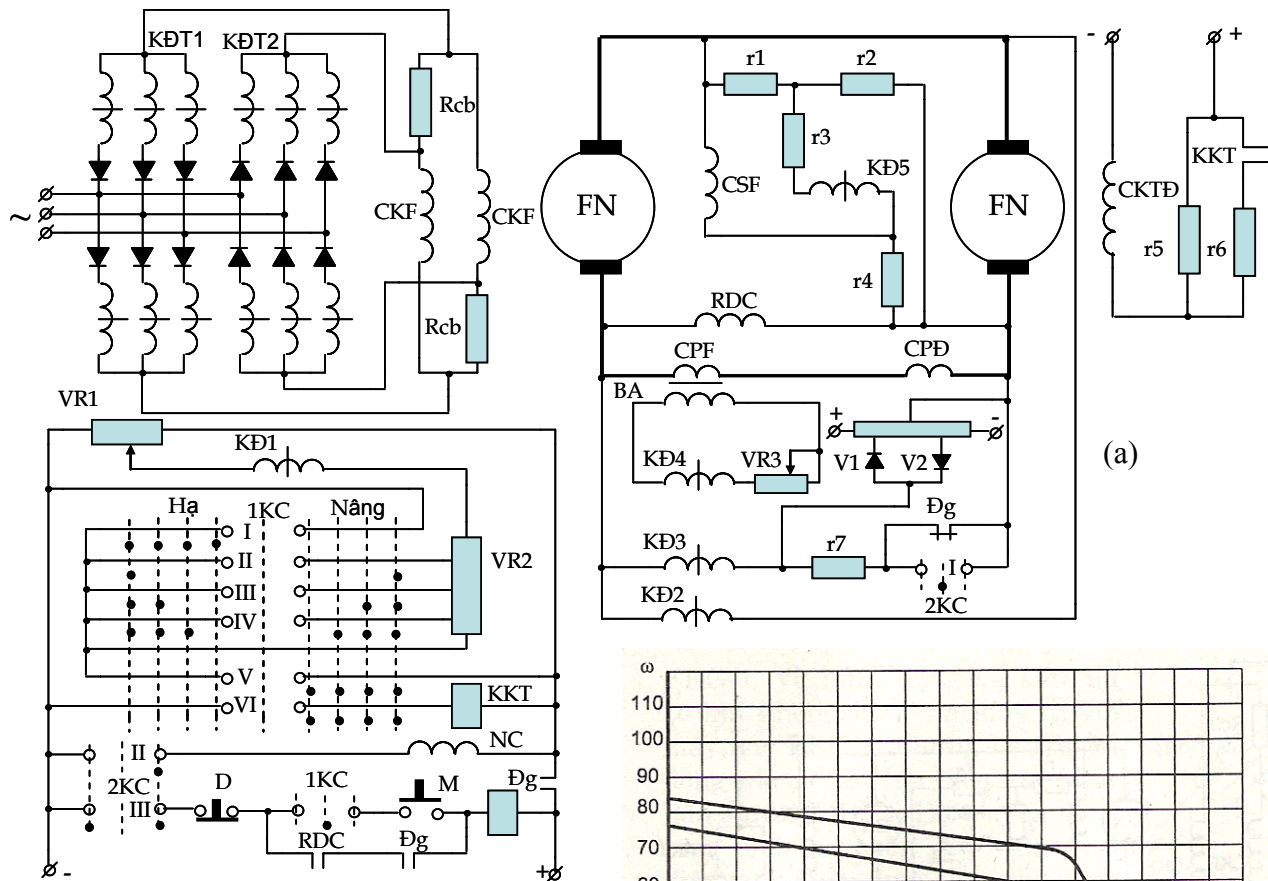
Máy xúc EKG-4,6 là máy xúc có năng suất trung bình với thể tích gàu xúc bằng $4,6 m^3$. Máy xúc EKG-4,6 được cải tiến dựa trên cơ sở của máy xúc EKG-4. Về hình dáng và kết cấu cơ khí không khác xa mấy so với máy xúc EKG-4, nhưng hệ truyền động các cơ cấu của máy xúc khác hẳn so với EKG-4. Hệ truyền động máy phát có ba cuộn dây - động cơ điện một chiều được thay thế bằng hệ F-Đ có khuếch đại từ (KĐT) trung gian.



Hình 10-14 Sơ đồ đấu của cuộn kích từ độc lập của máy phát

Khuếch đại từ trung gian là nguồn cấp cho cuộn kích từ độc lập của máy phát CKF (hình 10-14) có chức năng tổng hợp và khuếch đại các tín hiệu điều khiển.

Cuộn kích từ độc lập của máy phát FN được chế tạo thành hai nửa cuộn dây CKF và hai điện trở cân bằng R_{cb} nối theo sơ đồ cầu. Hai khuếch đại từ (được cấp nguồn độc lập) nối vào hai đường chéo của cầu đó là KĐT1 và KĐT2. Khi dòng điều khiển của KĐT1 và KĐT2 bằng không, $I_1 = I_2$, sức từ động sinh ra trong cuộn kích từ CKF bằng 0 và điện áp ra của máy phát FN bằng không. Khi dòng điều khiển của KĐT1 và KĐT2 khác không, $I_1 \neq I_2$, điện áp ra của máy phát FN khác không, cực tính điện áp của máy phát FN phụ thuộc vào trị số của hai thành phần dòng I_1 và I_2 chảy trong hai cuộn kích từ độc lập CKF.



Hình 10-15. Hệ truyền động cơ cầu nâng - hạ gàu máy xúc EKG-4.

a) Sơ đồ nguyên lý điện

b) Họ đặc tính cơ

(b)

Sơ đồ nguyên lý của hệ truyền động cơ cầu nâng - hạ gàu của máy xúc EKG-4,6 được giới thiệu trên hình 10-15a.

Khuếch đại từ kép KĐT1, KĐT2 có các cuộn dây không chế sau:

a) Cuộn chủ đạo KĐ1: Thực hiện chức năng đảo chiều quay và hãm động cơ ĐN thực hiện bằng cách thay đổi chiều và trị số dòng điện chảy trong cuộn không chế KĐ1 bằng bộ không chế từ 1KC.

Cuộn không chế KĐ1 được đấu vào phần ứng của máy phát kích từ FKT qua hai biến trở VR1 và VR2. Trị số và chiều của dòng điện trong cuộn KĐ1 thay đổi nhờ bộ không chế từ 1KC mà không cần đến các loại công tắc tơ. Bộ không chế từ có 4 vị trí về phía nâng và 4 vị trí về phía hạ gàu. Tiếp điểm I, V của 1KC dùng để đảo chiều quay động cơ (thay đổi chiều dòng điện trong cuộn KĐ1). Tiếp điểm II, III và IV của 1KC dùng để điều chỉnh tốc độ động cơ (thay đổi trị số điện trở VR2 đấu nối tiếp với cuộn không chế KĐ1). Còn tiếp điểm VI của 1KC dùng để giảm từ thông kích từ của động để tăng tốc động cơ khi hạ gàu không. Khi 1KC ở các vị trí $(1 \div 4)$ ở chế độ hạ gàu, công tắc tơ KKT mất điện, r_6 được loại khỏi mạch kích từ của động cơ CKTD. Đặc tính cơ của hệ truyền động cơ cầu nâng ở các vị trí $1 \div 4$ của bộ không chế từ 1KC (ở chế độ nâng gàu) được thể hiện trên hình 10-15a.

b) Cuộn phản hồi âm điện áp máy phát - KĐ2 thực hiện chức năng sau:

- Nâng cao độ tác động nhanh của hệ truyền động và nâng cao độ ổn định của hệ truyền động.

- Thực hiện hãm động cơ khi bộ không chế 1KC chuyển về vị trí “0”.

Sức từ động sinh ra trong cuộn KĐ2 ngược chiều với sức từ động sinh ra trong cuộn chủ đạo KĐ1.

c) Cuộn phản hồi âm dòng có ngắt KĐ3 thực hiện chức năng hạn chế trị số dòng điện và mômen khi động cơ truyền động bị quá tải. Sức từ động sinh ra trong cuộn KĐ3 ngược chiều với sức từ động sinh ra trong cuộn KĐ1. Khi dòng điện của động cơ $I_{ur} < I_{ng}$.

$$\Delta U_1 < U_{ss} \quad (10-18)$$

Trong đó: ΔU_1 - điện áp rơi trên hai cuộn dây của cực từ phụ của động cơ và máy phát

U_{ss} - điện áp so sánh $U_{ss} = U_{ab}$ (hoặc U_{bc}) lấy trên VR4.

Khi đó dòng chảy trong cuộn KĐ3 bằng không. Ngược lại, khi $I_{ur} \geq I_{ng}$; $\Delta U_1 \geq U_{ss}$, dòng chảy trong các cuộn KĐ3 khác không, tác dụng khử từ của cuộn KĐ3 rất lớn làm cho sức từ động tổng củ máy phát giảm nhanh về 0, kết quả tốc độ của động cơ giảm nhanh về 0, hạn chế được trị số mômen của động cơ truyền động.

d) Cuộn phản hồi âm mômen dòng điện phản ứng của động cơ KĐ4 thực hiện chức năng đảm bảo hệ truyền động làm việc ổn định trong chế độ quá độ. Cuộn KĐ4 được đấu vào thứ cấp của biến áp vi phân BA qua điện trở hạn

chế VR3, cuộn sơ cấp là cuộn dây cực từ phụ của máy phát CPF. Khi dòng điện của động cơ ổn định, dòng trong cuộn KĐ4 bằng không. Khi dòng của động cơ tăng hoặc giảm, dòng trong cuộn KĐ4 khác không, chiều của dòng trong cuộn KĐ4 ngược hoặc cùng chiều với dòng trong cuộn KĐ1, kết quả tác dụng trong cuộn KĐ4 sẽ làm cho dòng động cơ ổn định

e) Cuộn phản hồi âm điện áp máy phát KĐ5 thực hiện chức năng ổn định điện áp phát ra của máy phát FN để nâng cao chất lượng của hệ truyền động. Cuộn KĐ5 được nối vào đường chéo của cầu vi phân cầu thành từ 4 vai cầu: điện trở r_1, r_2, r_4 và cuộn kích từ song song của máy phát CSF.

Khi điện áp phát ra của máy phát FN ổn định, cầu cân bằng, dòng trong cuộn KĐ5 bằng không. Ngược lại, khi điện áp phát ra của máy phát có xu hướng tăng hoặc giảm, do cuộn CSF có tính điện cảm dẫn đến cầu mất cân bằng, dòng trong cuộn KĐ5 bằng không, chiều dòng trong cuộn KĐ5 khác hoặc cùng chiều với dòng trong cuộn chủ đạo KĐ1, kết quả điện áp phát ra của máy phát FN sẽ ổn định, nâng cao chất lượng động của hệ truyền động trong chế độ quá tải.

f) Cuộn kích từ song song của máy phát CSF thực hiện chức năng sau:

- Hạn chế phản ứng phân ứng của động cơ truyền động
- Giảm công suất kích từ của cuộn kích từ độc lập của máy phát CKF tức là giảm được công suất của khuếch đại từ KĐT và công suất của cầu chỉnh lưu.

Sức từ động tổng của khuếch đại từ KĐT bằng:

$$F_{\Sigma KĐT} = F_{KĐ1} - F_{KĐ2} - F_{KĐ3} \pm F_{KĐ4} \pm F_{KĐ5} \quad (10-19)$$

Trong biểu thức 10-19, thành phần $F_{KĐ3} = 0$ khi $I_{ur} < I_{ng}$, dấu (-) tương ứng với trường hợp dòng điện phản ứng và điện áp phát ra của máy phát tăng, dấu (+) tương ứng với trường hợp máy ngược lại.