

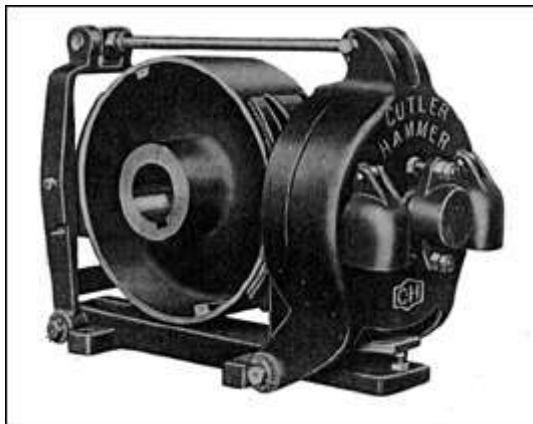


# KỸ THUẬT NÂNG - VẬN CHUYỂN

---

## CHƯƠNG IV CÁC THIẾT BỊ PHANH Hãm

# 1. MỤC ĐÍCH:





## 2. PHÂN LOẠI:

---

- Dựa vào cấu tạo bộ phận làm việc:
  - Khóa dừng
  - Phanh má.
  - Phanh đai.
  - Phanh đĩa. } Hợp thành phanh áp trực (có mặt ma
  - Phanh nón. } sát tách rời hay không tách rời).
  
- Dựa vào nguyên tắc hoạt động:
  - Phanh tự động.
  - Phanh điều khiển.



## 2. PHÂN LOẠI (tt):

---

- Dựa vào chức năng:
  - Phanh dừng cơ cấu ở cuối chuyển động.
  - Phanh giới hạn vận tốc, nhưng không giữ vật.
- Theo tính chất của sự tác động lực điều khiển phanh:
  - Phanh thường đóng.
  - Phanh thường mở.

# 3. CƠ CẤU BÁNH XE CỐC

- Mục đích:
- Nguyên lý làm việc:
- Chế tạo:
  - Bánh xe: vật liệu gang 18-36, thép (đúc).
  - Con cóc: thép 45 $\uparrow$ , 40X.
- Cấu tạo:
  - Tăng cường sự liên kết (đặt vài con cóc(a))
  - Khi có va đập mạnh => Góc  $\varphi = 90^\circ$
  - Có con cóc giảm ồn (b)

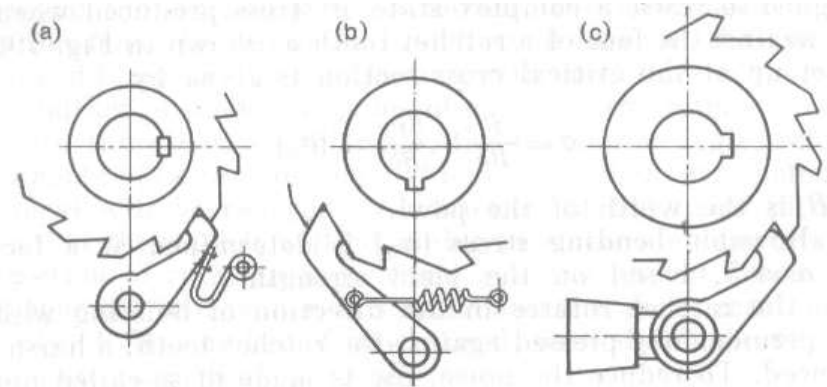


Fig. 80. Positively-engaging pawls  
(a) and (b) spring-loaded pawl; (c) weight-operated pawl

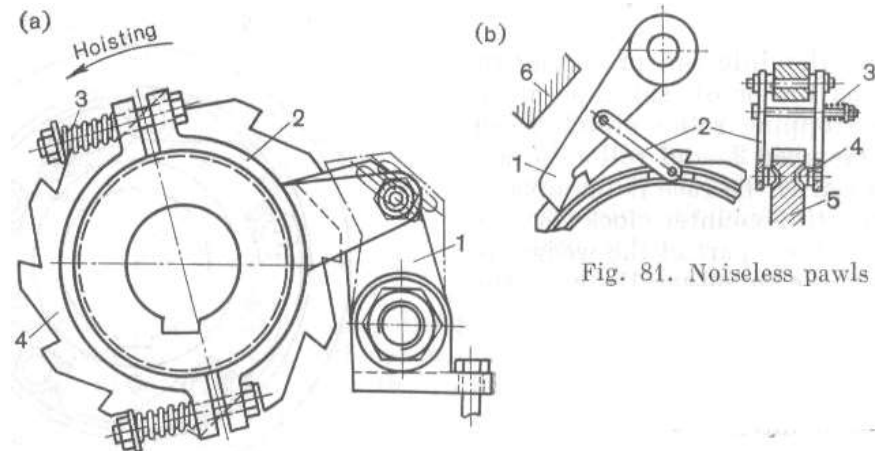


Fig. 81. Noiseless pawls

### 3. CƠ CẤU BÁNH XE CỐC(tt):

- Tính toán.

- Xác định modul:  $m$  (2,4,6,8,10,12,14,16,18,20, ...)

$$\left. \begin{aligned} q &= \frac{P}{b} \leq [q] \Rightarrow P = [q].b \quad \nearrow b = \varphi.m \\ P &= \frac{2M_x}{D_{b.c}} = \frac{2M_x}{m.Z} \end{aligned} \right\} \Rightarrow m = \sqrt{\frac{2M_x}{Z.\varphi.[q]}}$$

hoặc  $m = \frac{2M_x}{\varphi.D.[q]}$

- nếu  $m > 6 \Rightarrow$  Kiểm tra  $[q]$

- nếu  $m < 6 \Rightarrow$  kiểm tra uốn  $\Rightarrow \sigma_u = \frac{12M_x}{2,25.\varphi.Z.m^3} \leq [\sigma]_u$

### 3. CƠ CẤU BÁNH XE CỐC(tt):

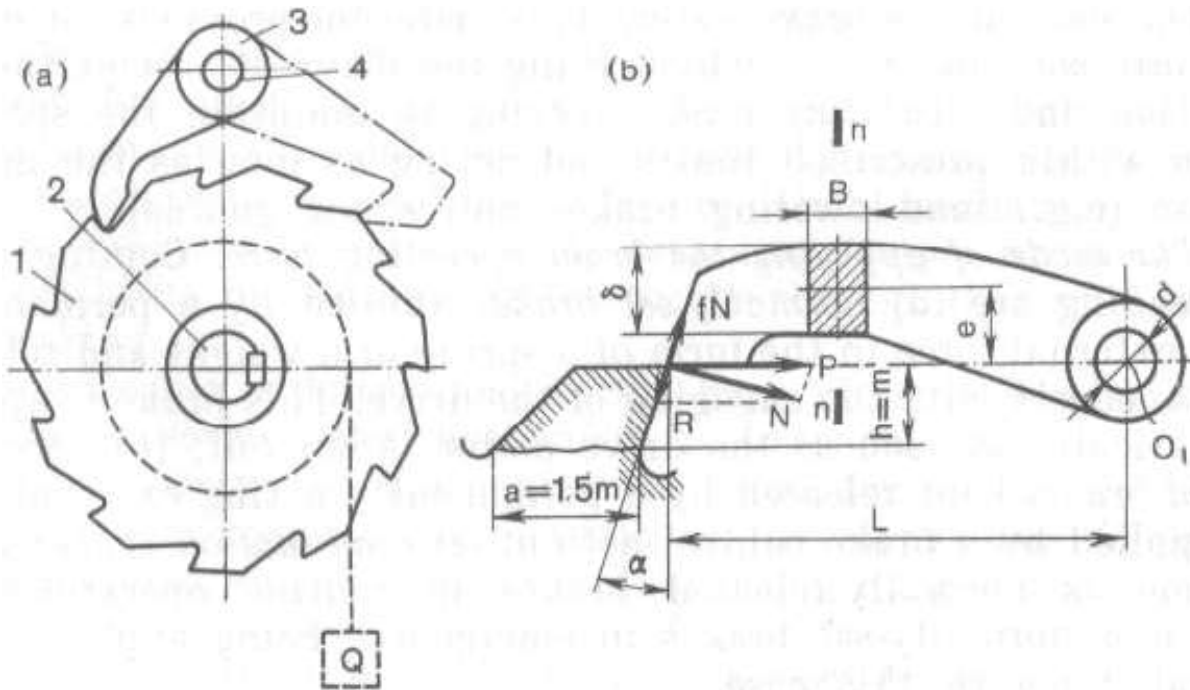


Fig. 79. Ratchet-and-pawl arrangement

(a) general view; (b) diagram used for strength calculation

$$M_u = P.h = \frac{2M_x}{Z.m} . m = \frac{2M_x}{Z}$$

$$W_u = \frac{a^2 . b}{6} = \frac{(1,5m)^2 \varphi . m}{6}$$

$$W_u = \frac{2,25 . \varphi . m^3}{6}$$

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W_u} \leq [\sigma_u]$$

### 3. CƠ CẤU BÁNH XE CỐC(tt):

*Bảng 5.1. Các thông số tính toán khóa dừng bánh cóc*

Vật liệu bánh cóc	$\psi = \frac{b}{m}$	$[q], \text{ N/mm}^2$	$[\sigma_u], \text{ M/mm}^2$
Gang xám 12 - 28; gang xám 15 - 32	1,5 - 6,0	150	30
Thép 35λ, 55λ	1,5 - 4,0	300	80
Thép CT. 3	1,0 - 2,0	350	100
Thép 45	1,0 - 2,0	400	120

Quy tắc an toàn lao động máy trục cho phép ta tính mômen phanh theo công thức:

$$M_{ph} = nM_{tph} \leq [M_{ph}]$$

trong đó:  $n$  - hệ số an toàn phanh, lấy phụ thuộc vào chế độ làm việc, đối với chế độ làm việc nhẹ:  $n = 1,5$ ; trung bình:  $n = 1,75$ ; nặng:  $n = 2,0$ ; rất nặng:  $n = 2,5$ .



### 3. CƠ CẤU BÁNH XE CỐC(tt):



### 3. CƠ CẤU BÁNH XE CÓC(tt):



# 4. PHANH MÁ

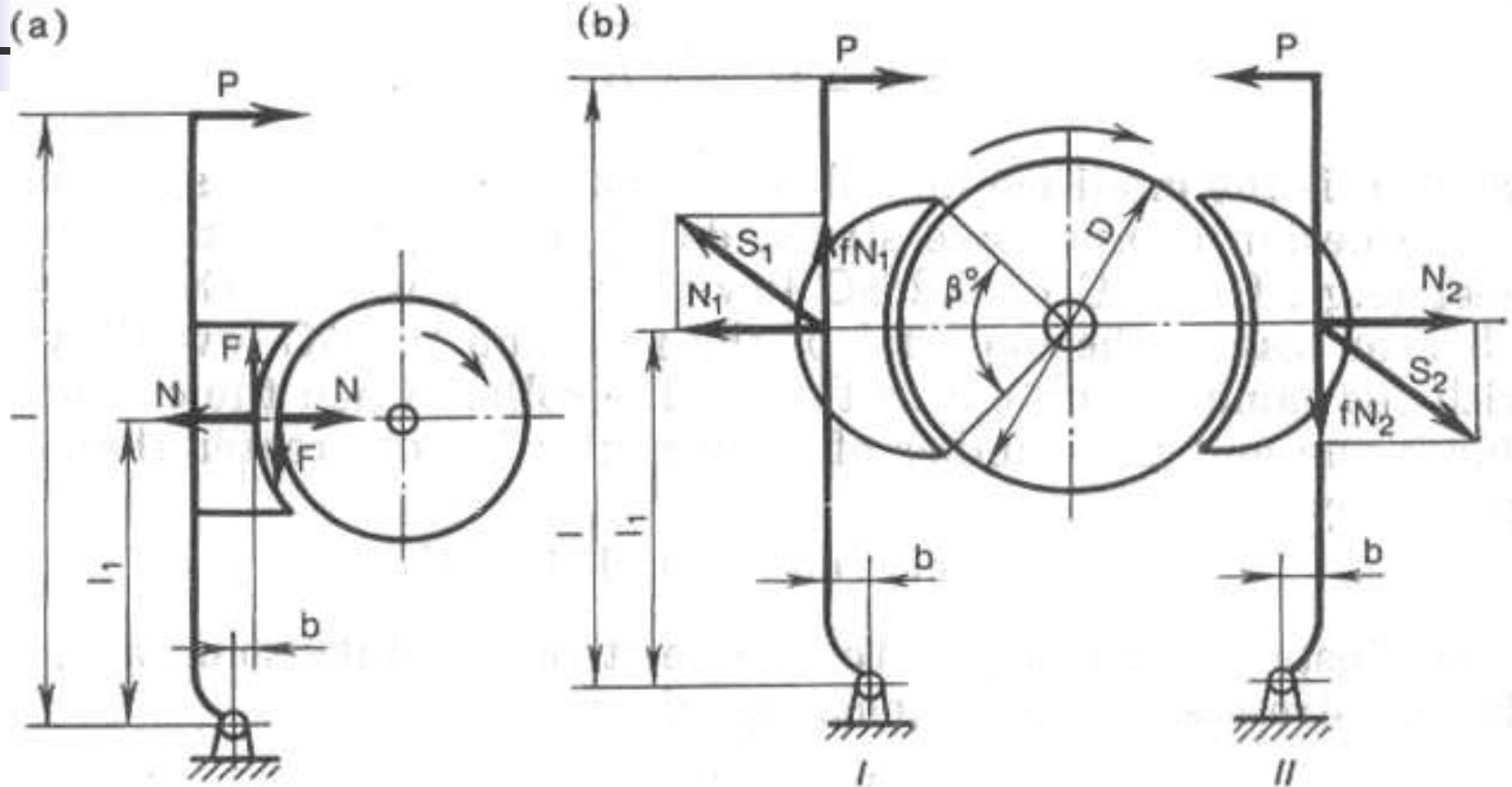


Fig. 83. Diagrams for calculating brakes  
(a) single-block brake; (b) double-block brake

## 4. PHANH MÁ(tt):

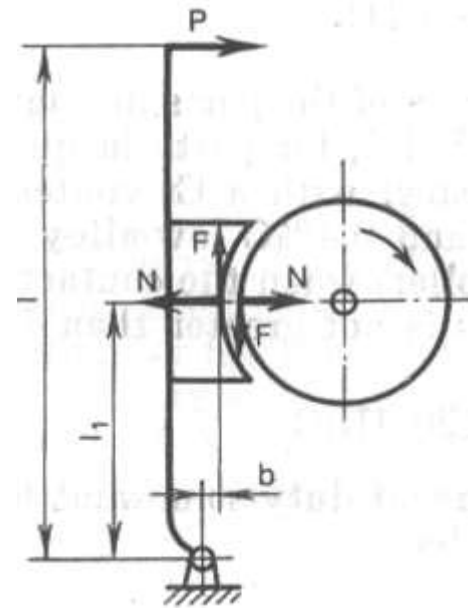
### a. Phanh một má:

- Momen phanh:

$$M_f = f \cdot N \cdot \frac{D}{2} \Rightarrow N = \frac{2 \cdot M_f}{f \cdot D}$$

$$\Rightarrow P = N \cdot \frac{l_1 \pm b \cdot f}{l}$$

- Nhận xét:  $b = 0 \Rightarrow P = \text{const.}$



## 4. PHANH MÁ(tt)-2 má

- Đặc điểm cấu tạo.

Do  $N_1 \neq N_2 \Rightarrow S_1 \neq S_2$

$$N_1 = \frac{Pl}{l_1 - f \cdot b} \quad N_2 = \frac{Pl}{l_1 + f \cdot b}$$

$$S_1 = N_1 \cdot \sqrt{1 + f^2} \quad S_2 = N_2 \cdot \sqrt{1 + f^2}$$

$\Rightarrow$  Lực uốn trục  $\Delta S$        $\Delta S = S_1 - S_2 = \frac{2 \cdot P \cdot l \cdot f \sqrt{1 - f^2}}{l_1^2 - f^2 \cdot b^2} \cdot b$

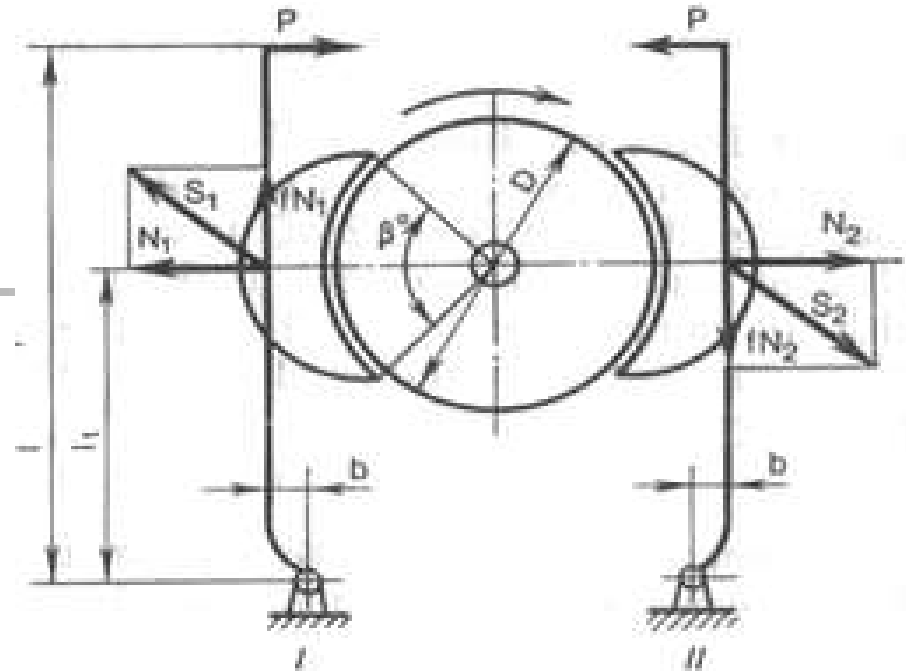
Để trục phanh ko uốn:  $\Delta S = 0 \Rightarrow b = 0 \Rightarrow$  Phanh có cần thẳng

- Momen phanh:

$\Rightarrow$  Ở phanh cần thẳng  $\Rightarrow$

$$M_f = f \cdot \frac{D}{2} (N_1 + N_2)$$

$$M_f = f \cdot P \cdot D \cdot \frac{l}{l_1} \cdot \eta$$



## 4. PHANH MÁ(tt)

### b. Phanh 2 má- dùng đối trọng

#### ■ Lực đóng phanh:

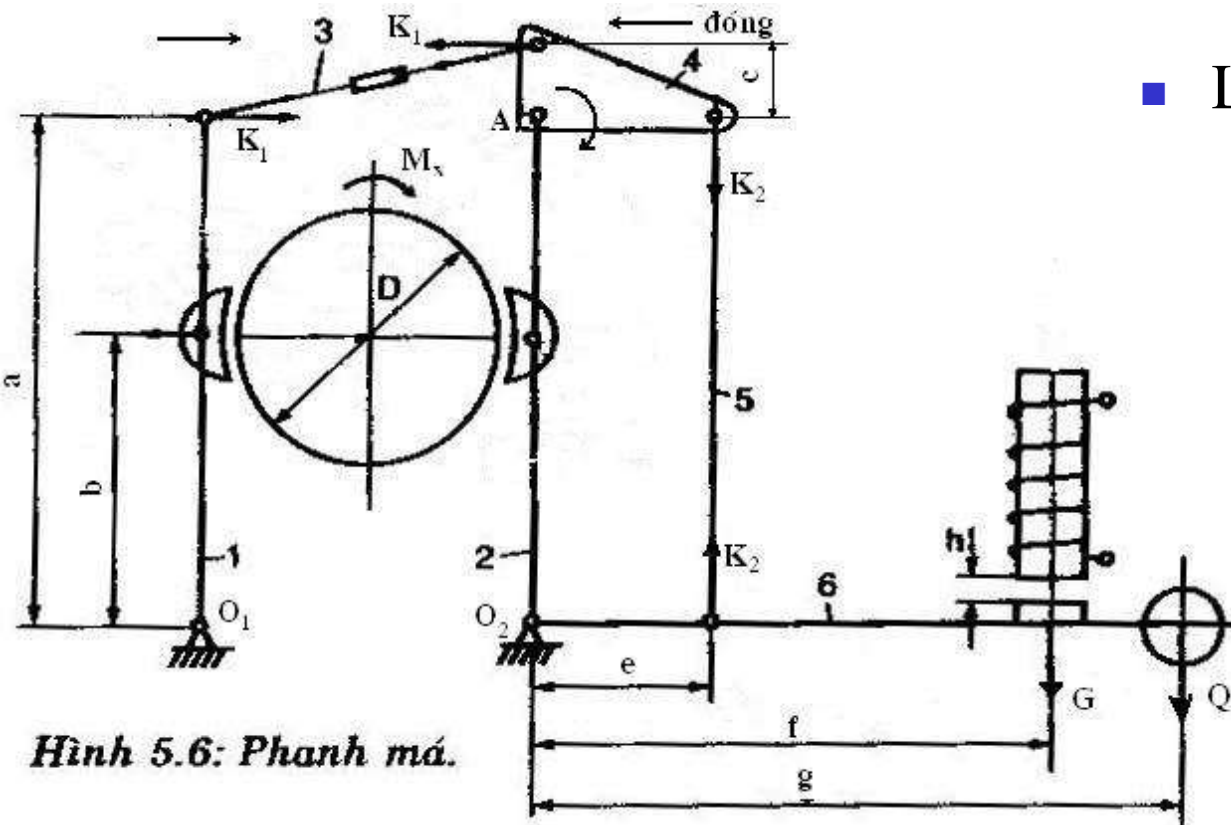
$$\sum M_{O_1} = 0 \Rightarrow K_1 = N \cdot \frac{b}{a}$$

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow K_2 = K_1 \cdot \frac{c}{e}$$

$$\sum M_{O_2} = 0 \Rightarrow Q = K_2 \frac{e}{g} - G \cdot \frac{f}{g}$$

$$\Rightarrow Q = N \cdot \frac{b}{a} \cdot \frac{c}{g} - \frac{G \cdot f}{g}$$

$$N = \frac{F}{f} = \frac{M_x}{f \cdot D}$$

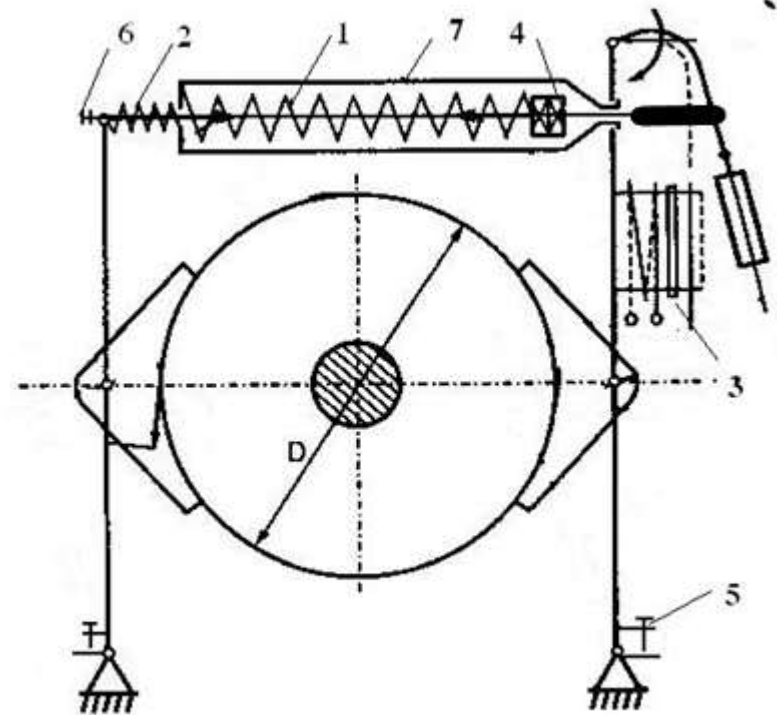


Hình 5.6: Phanh má.

## 4. PHANH MÁ(tt):

### c. Phanh nam châm điện từ:

1. Lò xo nén chính.
2. Lò xo nén phụ.
3. Nam châm điện từ.
4. Đai ốc điều chỉnh lò xo nén chính.
5. Ốc điều chỉnh khe hở má phanh.



Hình 5.8: Sơ đồ tính phanh lò xo kiểu TK.



## 4. PHANH MÁ(tt):

---

- Nguyên lý làm việc:

- Phanh thường đóng
- Không có điện : lò xo 1 bị nén , sẽ có lực đẩy về 2 phía: đẩy vỏ hộp 7 về trái kéo cần phải đóng má phải; đẩy đai ốc 4 (tức trục lò xo ) về phải kéo cần trái đóng má trái => phanh đóng.
- Khi có dòng điện vào nam châm điện từ : sẽ hút cần phải và đồng thời đẩy trục lò xo sang trái => mở phanh (đồng thời với động cơ làm việc của cơ cấu).





## 4. PHANH MÁ(tt):

---

- Ưu điểm:

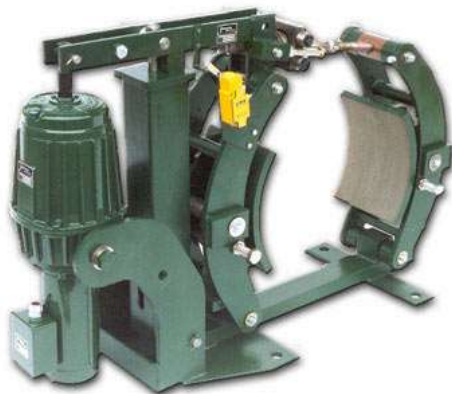
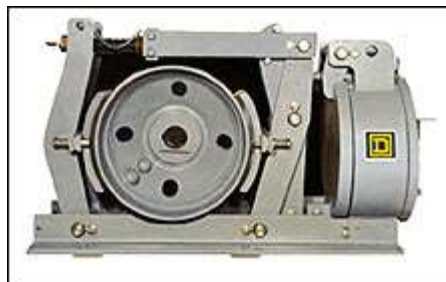
- $\eta \uparrow$ .
- Sửa chữa nhanh.

- Nhược điểm:

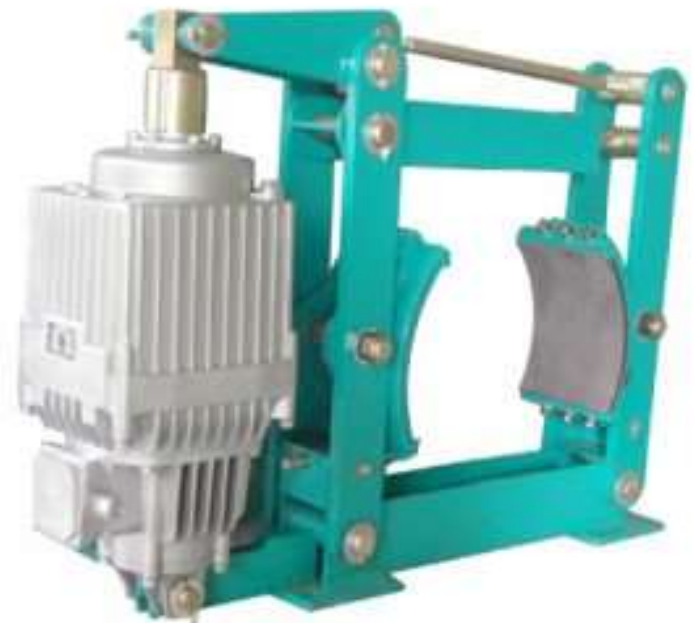
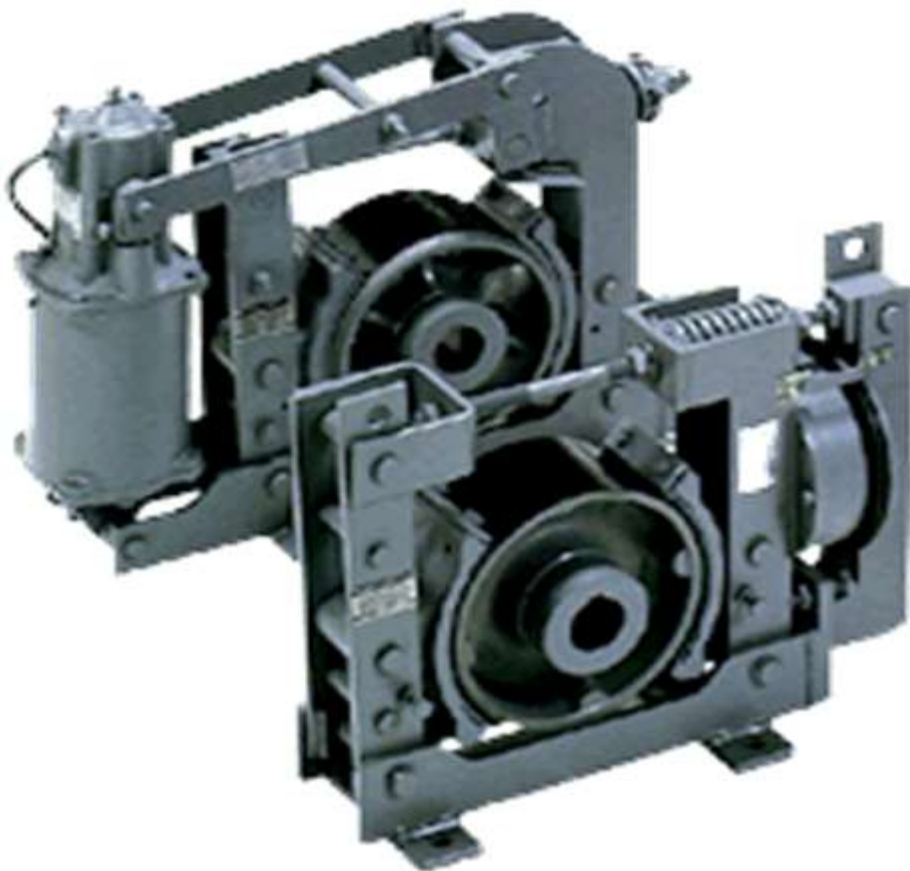
- Tuổi thọ thấp.
- Va đập khi nam châm làm việc.

=> Khắc phục có phanh thủy lực.

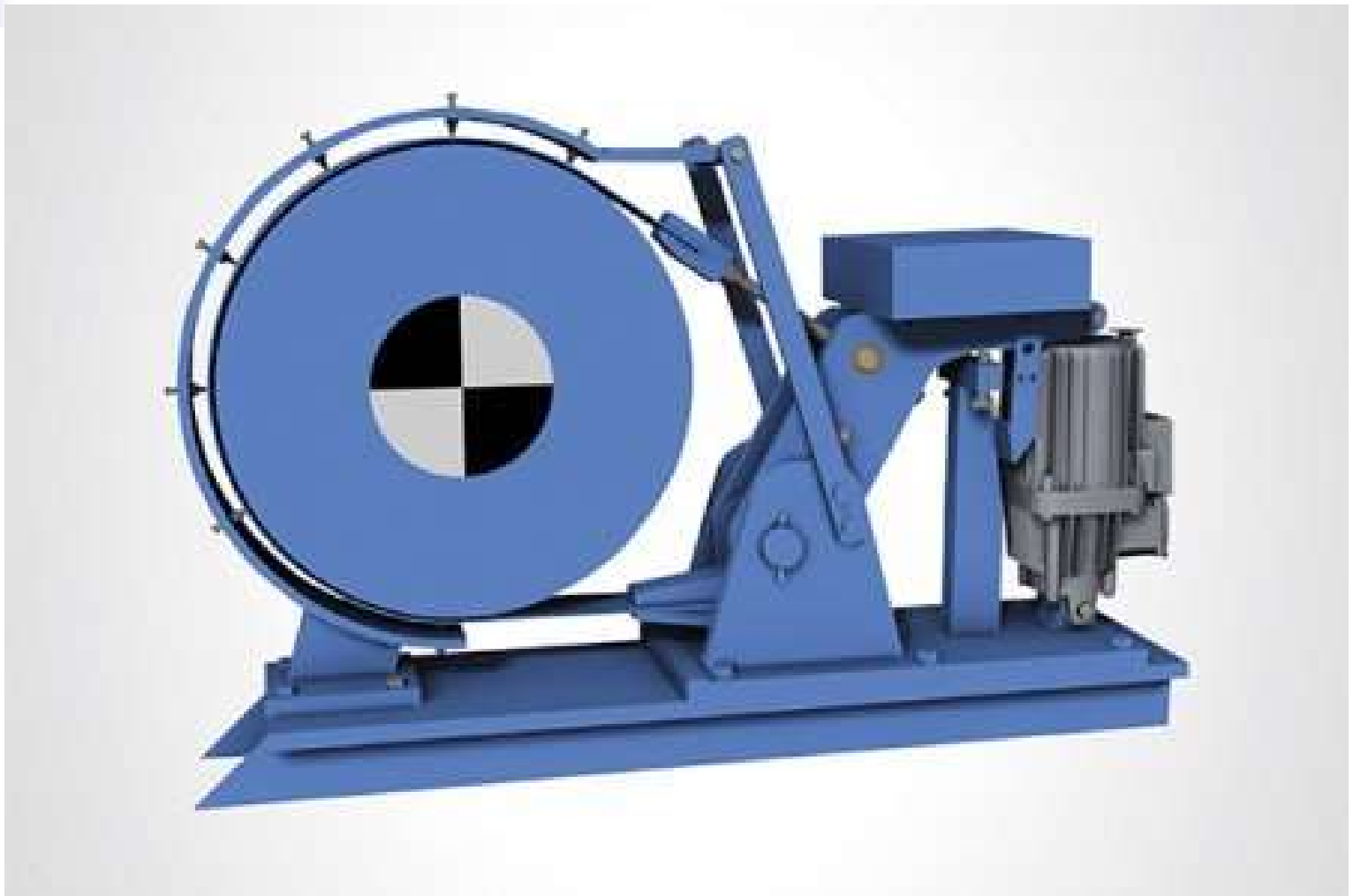
## 4. PHANH MÁ(tt):



## 4. PHANH MÁ (tt):



## 5. PHANH ĐAI



# 5. PHANH ĐAI

## a. Phanh đai đơn giản.

1. Bánh phanh
2. Đai bằng thép
3. Cần
4. Nam châm điện từ
5. Đối trọng

■ Nguyên lý làm việc:

■ Nguyên tắc : (Euler)

$$S_1 = S_2 \cdot e^{f\alpha} \Rightarrow S_1 = \frac{P \cdot e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1} \quad S_2 = \frac{P}{e^{f\alpha} - 1}$$

$$S_1 = S_2 + P$$

$$P = \frac{2M_f}{D}$$

**Nhận xét:** để  $M_f \uparrow \quad \left( M_f = \frac{P \cdot D}{2} \right) \Rightarrow S_1 \uparrow \Rightarrow \alpha \uparrow ; f \uparrow$

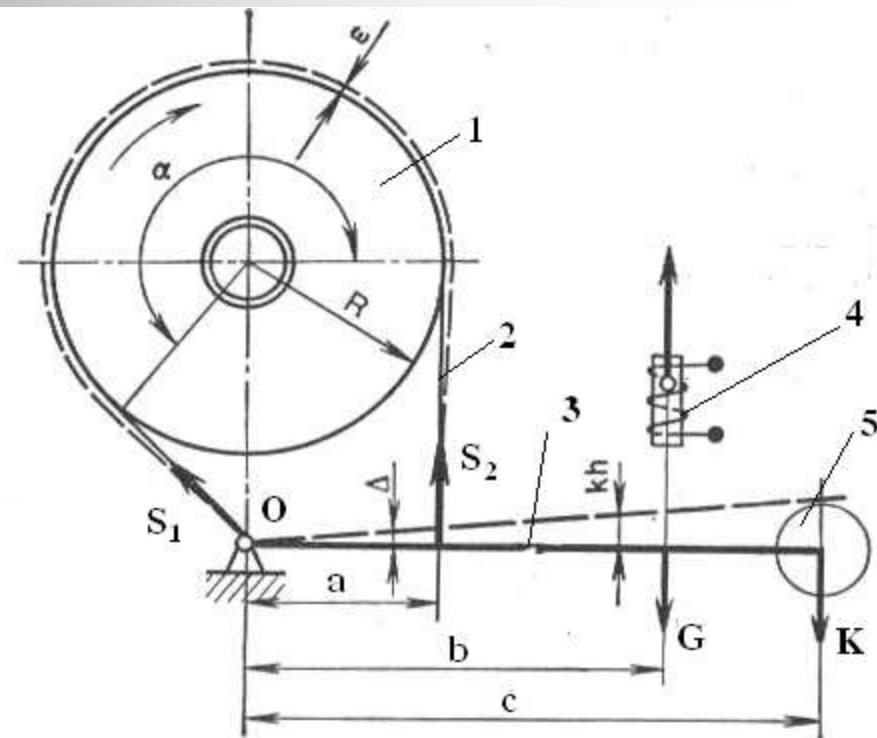


Fig. 96. Schematic diagram of a simple band brake



## 5. PHANH ĐAI (tt):

---

- Lực đóng phanh:

$$\sum M_0 = 0 \Rightarrow \begin{cases} \overleftarrow{K} = \frac{S_2 \cdot a}{c} - \frac{G \cdot b}{c} = \frac{P \cdot a}{c(e^{f\alpha} - 1)} - \frac{G \cdot b}{c} \\ \overrightarrow{K} = \frac{P \cdot a \cdot e^{f\alpha}}{c(e^{f\alpha} - 1)} - \frac{G \cdot b}{c} \end{cases}$$

- Nhận xét: K thay đổi  $e^{f\alpha}$  lần  $\Rightarrow$  Cơ cấu nâng.
- Lưu ý với K xác định:

$$M_{\text{thuận chiều kim đồng hồ}} > M_{\text{ngược chiều kim đồng hồ}}$$

## 5. PHANH ĐAI (tt):

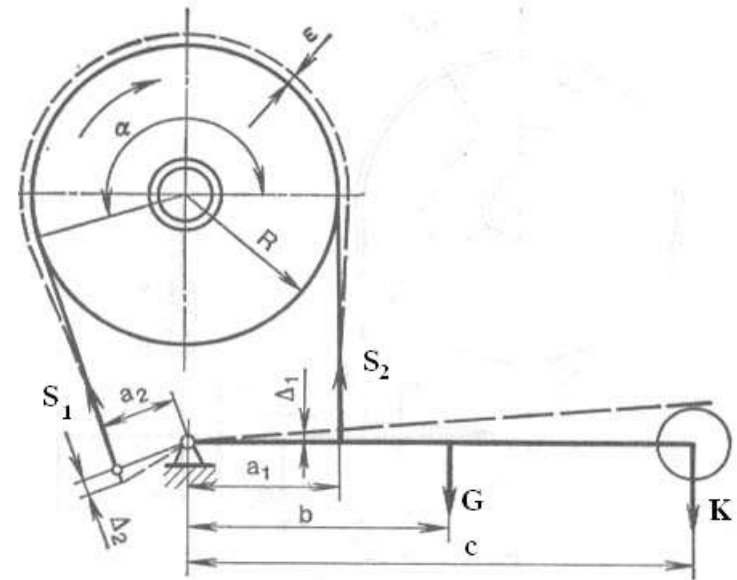
### b. Phanh đai vi sai.

- Momen phanh:

$$\left. \begin{aligned} \sum M_0 &\Rightarrow S_2 = \frac{Kc + Gb}{a_1 - a_2 e^{f\alpha}} \\ Euler &\Rightarrow \begin{aligned} S_1 &= S_2 \cdot e^{f\alpha} \\ S_1 - S_2 &= P \end{aligned} \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow M_f = \frac{e^{f\alpha} - 1}{a_1 - a_2 e^{f\alpha}} (Gb + Kc) \frac{D}{2} \eta$$

$$\text{với } M_f = P \frac{D}{2} \eta = (S_2 e^{f\alpha} - S_2) \frac{D}{2} \eta$$



Schematic diagram of a differential band brake



## 5. PHANH ĐAI (tt):

---

- Nhận xét:

$$\frac{a_1}{a_2} \approx e^{f\alpha} \Rightarrow M_f \rightarrow \infty : \text{tự đóng}$$

- Ưu điểm: cho phép  $K \downarrow$

- Nhược điểm:

- Tự khóa  $\rightarrow$  va đập.

- $M_f$  thay đổi khi thay đổi chiều quay giảm nhiều

$$\left( \frac{a_1 \cdot e^{f\alpha} - a_2}{a_1 - a_2 \cdot e^{f\alpha}} \right) \text{ lần.}$$

- Tránh tự hãm:  $a_1 > a_2 \cdot e^{f\alpha}$        $[a_1 = (2,5 \div 3)a_2]$



## 5. PHANH ĐAI (tt):

### c. Phanh đai tổng hợp.

- Lực đóng phanh.

$$\sum M_0 = 0 \Rightarrow K = \frac{-G.b + (S_1.a_1 + S_2.a_2)}{c}$$

- Trường hợp:  $a_1 = a_2 = a$

$$\Rightarrow K = -G \frac{b}{c} + \frac{a}{c} \left( \frac{P.e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1} + \frac{P}{e^{f\alpha} - 1} \right)$$

- Nhận xét:

- $a_1 = a_2 \Rightarrow M_f = \text{const}$   
 $\Rightarrow$  Cơ cấu di chuyển, quay.
- $a_1 < a_2 \Rightarrow$  cơ cấu nâng.

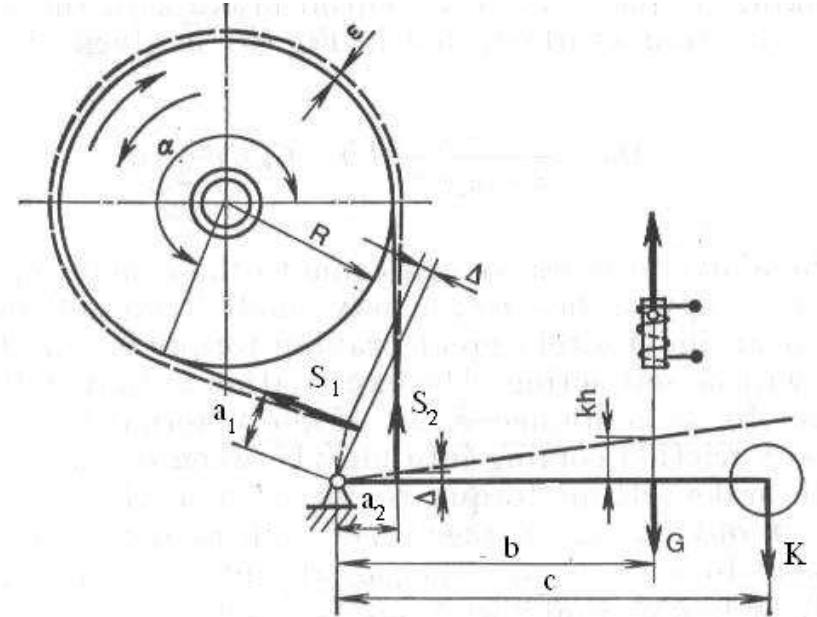


Fig. 98. Schematic diagram of a reversible band brake

$$K = -G \frac{b}{l} + \frac{a}{l} \left( \frac{P.e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1} + \frac{P}{e^{f\alpha} - 1} \right) \approx \frac{Pa(e^{f\alpha} + 1)}{(e^{f\alpha} - 1)l}$$



## 5. PHANH ĐAI (tt):

---

### ■ Kết luận:

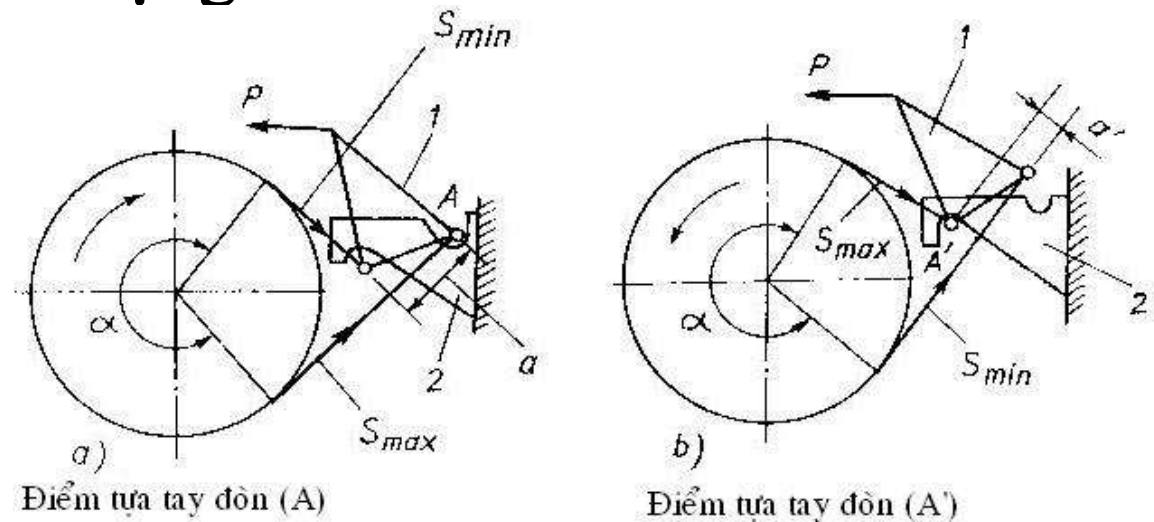
- $K_{\min}$  : vi sai.
- $K_{\max}$  : tổng hợp.
- Vi sai có tính chất tự hãm  $\Rightarrow$  cơ cấu dùng tay.
- Đơn giản, vi sai  $\Rightarrow$  cơ cấu nâng.
- Tổng hợp ( $a_1 = a_2$ ) : cơ cấu di chuyển, quay.

### ■ Ưu nhược điểm:

- Ưu: đơn giản, gọn.
- Nhược:
  - Uốn trục ( $S1 + S2$ )
  - Phân bố áp lực không đều  $\rightarrow$  mòn.
  - Tuổi thọ thấp.

## 5. PHANH ĐAI (tt):

### d) Phanh đai tác dụng 2 chiều.



Hình 4.11. Phanh đai tác dụng hai chiều.

#### ■ Đặc điểm:

- Đầu đai có  $S_{max}$  luôn cố định.
- Lực tác dụng đóng phanh luôn ở đầu  $S_{min}$
- Điểm tựa tay đòn thay đổi khi thay đổi chiều quay.
- Lực đóng phanh giảm so với phanh tổng hợp.



## 5. PHANH ĐAI (tt):

---

### ■ Kết luận

#### ● Ưu điểm:

- Đơn giản, gọn,  $M_f \uparrow = \alpha \uparrow$
- Thường sử dụng phanh đai đơn giản.

#### ● Nhược điểm:

- Gây uốn trục.
- Áp lực phân bố không đều. ( $\rightarrow e^{f\alpha}$ )
- $M_f$  không ổn định ( $f$  thay đổi làm  $M_f$  thay đổi)
- Đai phanh đứt  $\Rightarrow$  nguy hiểm  $\Rightarrow$  độ tin cậy kém hơn phanh má

$\Rightarrow$  phanh má được sử dụng nhiều hơn phanh đai.

## 5. PHANH ĐAI (tt):



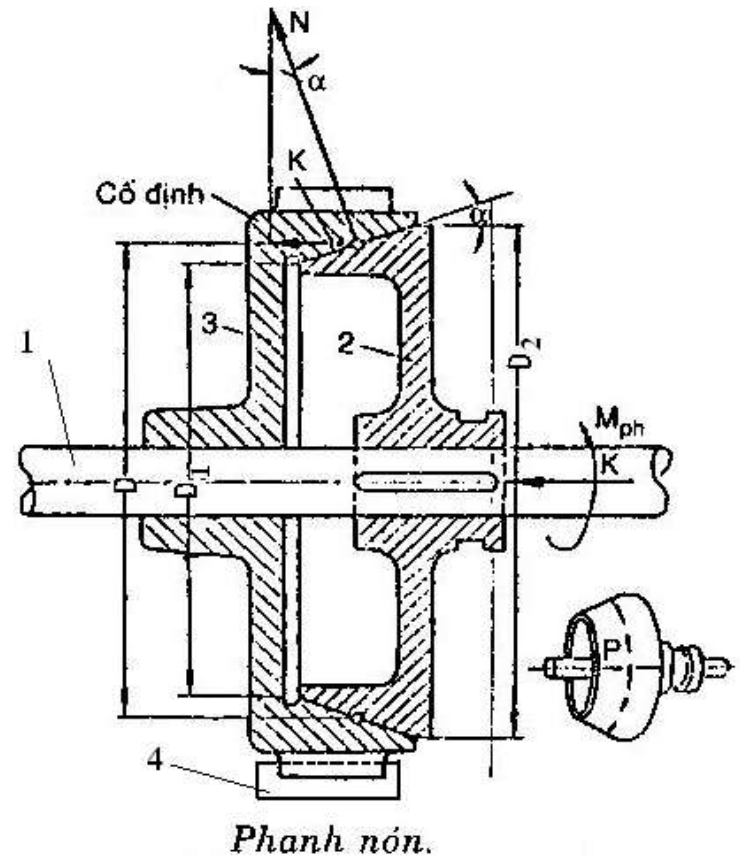
## 6. PHANH ÁP TRỰC:

### a. Phanh nón.

#### ■ Cấu tạo:

1. Trục
2. Bánh nón (lắp trên trục bằng then).
3. Bánh cóc + mặt côn (lắp lồng không).
4. Con cóc.

#### ■ Nguyên tắc làm việc:



## 6. PHANH ÁP TRỰC (tt):

### ■ Tính lực đóng phanh:

- Điều kiện phanh:  $\Rightarrow N = \frac{2.M_f}{f.D}$
- Trên hình vẽ:  $N = \frac{K}{\sin \alpha} \Rightarrow K = \frac{2.M_f}{f.D} \cdot \sin \alpha$
- $\Rightarrow$  Kết luận:
  - $K \downarrow \Rightarrow \alpha \downarrow$  ( $\alpha \downarrow$  dính côn)  $\Rightarrow \alpha = 15^\circ$   
 $\Rightarrow f \uparrow$  ( $f = 0,3 \div 0,4$ ).

### ■ Kiểm tra áp lực:

- $p = \frac{N}{S} = \frac{K}{S \cdot \sin \alpha} = \frac{K}{S_n} = \frac{4.K}{\pi(D_2^2 - D_1^2)} \leq [p_{tb}]$
- Kết luận:
  - vì tốc độ thay đổi phụ thuộc D  $\Rightarrow$  mòn không đều.
  - $[p_{tb}]$  lấy  $\downarrow$  ( $1 \div 1,5 \text{ kg/cm}^2$  nhưng không quá  $2 \div 2,5 \text{ kg/cm}^2$ )

## 6. PHANH ÁP TRỰC (tt):

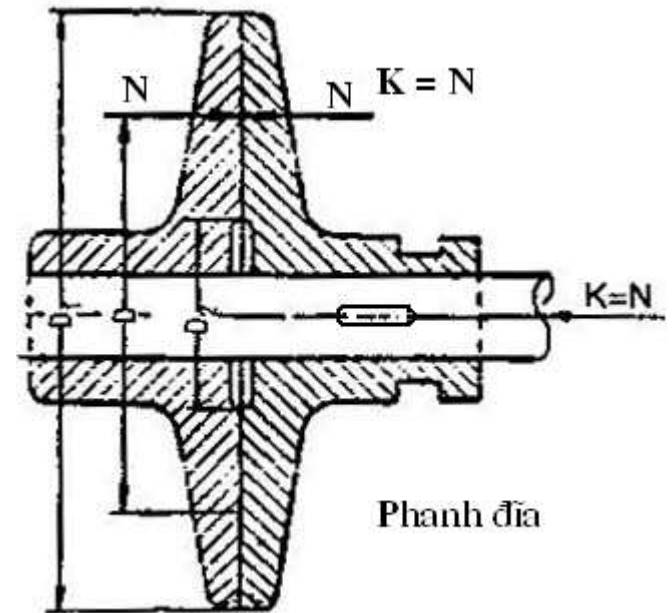
### b. Phanh đĩa:

- Là phanh nón khi  $\alpha = 90^\circ$ .
- Mục đích:
  - $K \downarrow$  khi tăng cặp mặt tiếp xúc.

$$K = N \cdot \sin 90^\circ = N = \frac{P}{f}$$

- Áp suất bề mặt:

$$p = \frac{K}{S} = \frac{K}{(D_1^2 - D_2^2) \frac{\pi}{4}} \leq [p]$$







## 6. PHANH ÁP TRỰC (tt):

---

- Với  $M_f$  cho trước: giảm  $K$  bằng phanh nhiều đĩa.

- Có  $z$  cặp mặt  $\Rightarrow$  Momen 1 mặt:

$$M_0 = \frac{M_f}{Z}$$

- Lực vòng:

$$P = \frac{2.M_0}{D} = \frac{2.M_f}{Z.D}$$

$$\Rightarrow \text{Lực đóng phanh: } K = \frac{P}{f} = \frac{2.M_f}{Z.D.f}$$

- Kết luận:  $K \downarrow$   $Z$  lần so với chỉ có 1 cặp tiếp xúc.



## 6. PHANH ÁP TRỰC (tt):

---

### Tổng kết:

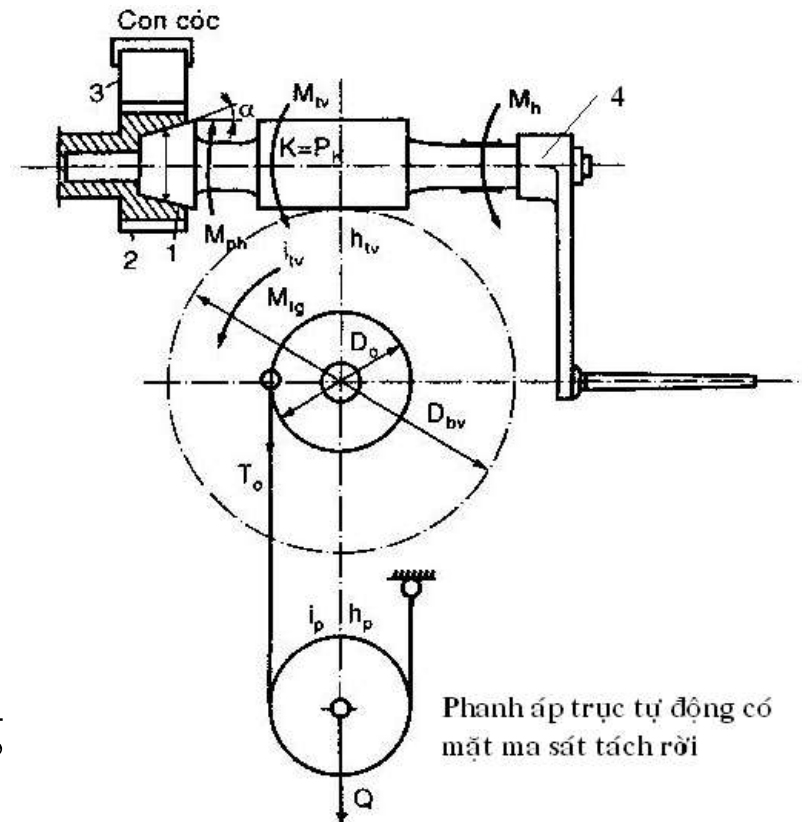
- Nhược điểm so với phanh má và đai:
  - Kết cấu phức tạp hơn.
  - Bề mặt mòn không đều.
- Ít dùng trong ngành chế tạo cần trục.
- Sử dụng dưới dạng phanh áp trực tự động

## 6. PHANH ÁP TRỰC (tt):

### c. Phanh áp trực tự động có mặt ma sát không tách rời.

1. Bánh côn liên một khối với trục vít.
2. Bánh cóc khoét mặt côn bên trong.
3. Con cóc.
4. Tay quay.

- Lực đóng phanh: lực dọc trục của trục vít dưới tác dụng của trọng lượng vật nâng  $\Rightarrow Q = \text{const} \Rightarrow$  mặt phanh luôn khép kín khi nâng cũng như khi hạ (mặt ma sát không tách rời).





## 6. PHANH ÁP TRỰC (tt):

---

- Nâng: dưới tác dụng  $Q$ , (1) ép (2) thành một khối quay theo chiều nâng cả hệ thống quay cóc không cản trở chuyển động.
- Dừng: ngừng ngay, cóc không cho phép cơ cấu quay theo chiều hạ.
- Hạ vật: quay theo chiều hạ  $M_{\text{quay}}$  thắng  $M_f$  dư giữa bề mặt côn  $\Rightarrow$  mặt làm việc bị mài mòn  $\Rightarrow$  chỉ dùng trong cơ cấu quay tay.

## 6. PHANH ÁP TRỰC (tt):

### ■ Tính toán:

- Phanh dùng trong lượng vật để tạo momen phanh => thiết kế phanh đủ điều kiện => tìm góc nghiêng bánh nón.

- Momen phanh cần thiết:

$$M_p = k.M_{tv} = k.\frac{M_{bv}}{i}.\eta$$

- Từ điều kiện góc nón  $\alpha$  (phanh nón).

$$M_f = \frac{K}{2.\sin\alpha} \cdot D_r \cdot f$$

$$K = P_{bv} = \frac{2.M_{bv}}{D_{bv}}$$

$$\Rightarrow M_f = \frac{M_{bv}}{\sin\alpha \cdot D_{bv}} \cdot D_n \cdot f$$

$$M_p = M_f \Rightarrow \sin\alpha = \frac{D_n}{D_{bv}} \cdot \frac{f}{k} \cdot \frac{i}{\eta}$$

- Góc  $\alpha$  lớn hơn góc ma sát của mặt nón để tránh dính.



## 6. PHANH ÁP TRỰC (tt):

---

- Lực đóng phanh K là lực vòng trên bánh vít  $P_{bv}$ , mà  $P_{bv}$  thay đổi  $\rightarrow M_{bv}$  thay đổi  $\rightarrow Q$  thay đổi  $\left( M_{bv} = \frac{Q \cdot D_{tg}}{i} \cdot \eta \right)$
- $\Rightarrow$  Lực đóng phanh K và  $M_f$  tỉ lệ thuận Q.
- $\Rightarrow$  Tính chất tự điều chỉnh của phanh  $\Rightarrow \alpha$  lấy  $\downarrow$ , hệ số an toàn n lấy thấp ( $n=1.2$ ).
- Khi hạ vật momen hạ phải thắng momen cho.

$$M_h = M_f - M_{tv} = (n-1)M_{tv}$$

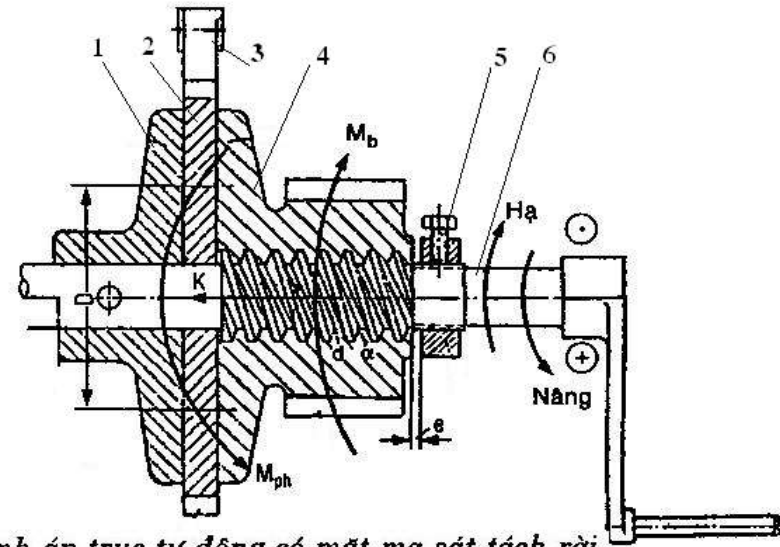
## 6. PHANH ÁP TRỰC (tt):

### c. Phanh áp trực tự động có mặt ma sát tách rời.

1. Đĩa lắp cố định trên trục.
2. Bánh cóc quay tự do.
3. Con cóc
4. Bánh răng có mặt bích đặt lồng trong đoạn ren.
5. Vít điều chỉnh.

■ Phạm vi sử dụng: cơ cấu nâng dẫn động bằng Tay và Máy.

■ Cấu tạo: chiều ren được chọn sao cho dưới tác dụng của momen do trọng lượng vật qua bộ truyền bánh răng 4 thì bánh răng phải dịch chuyển theo chiều ren về bên trái ép chặt bánh cóc (2) và đĩa (1).



Phanh áp trực tự động có mặt ma sát tách rời.



## 6. PHANH ÁP TRỰC (tt):

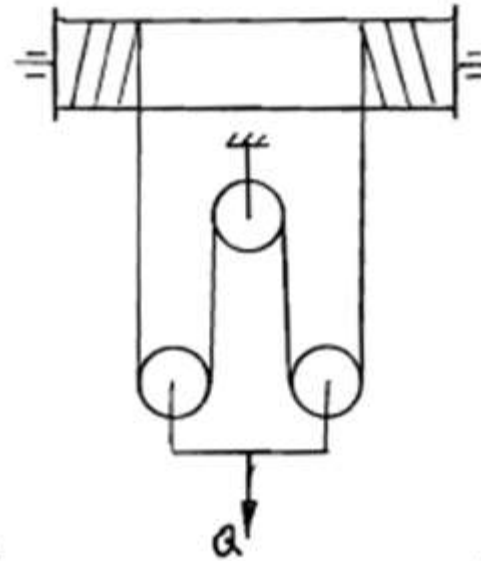
### Nguyên tắc làm việc:

- Nâng: trục 6 quay theo chiều con cóc ko cản trở chuyển động.
- Dừng: dưới tác dụng của trọng lượng vật  $\Rightarrow 1+2+4$  thành 1 khối liên kết chặt bằng ma sát  $\Rightarrow$  con cóc cản trở chuyển động bánh cóc 2  $\Rightarrow$  vật dừng (treo).
- Hạ: trục 6 quay:  $w_6 \Rightarrow$  bánh răng nằm yên trên trục:  $w_4 = 0$   
 $\Rightarrow$  Nó theo chiều đoạn ren tách khỏi bánh cóc  $\Rightarrow$  mất K.  
 $\Rightarrow$  Vật rơi tự do:  $w_4 \uparrow$  (lúc đầu  $w_4 < w_6$  ).  
 $\Rightarrow$  Rơi có gia tốc :  $w_4 > w_6 \Rightarrow$  bánh răng theo ren về trái  $\Rightarrow$  ép vào bánh cóc  $\Rightarrow$  cơ cấu dừng  $w_4 = 0$ .  
 $\Rightarrow$  (6) vẫn quay  $\Rightarrow$  quá trình lặp lại.
- Tóm lại: hạ vật là loạt quá trình rơi tự do và dừng



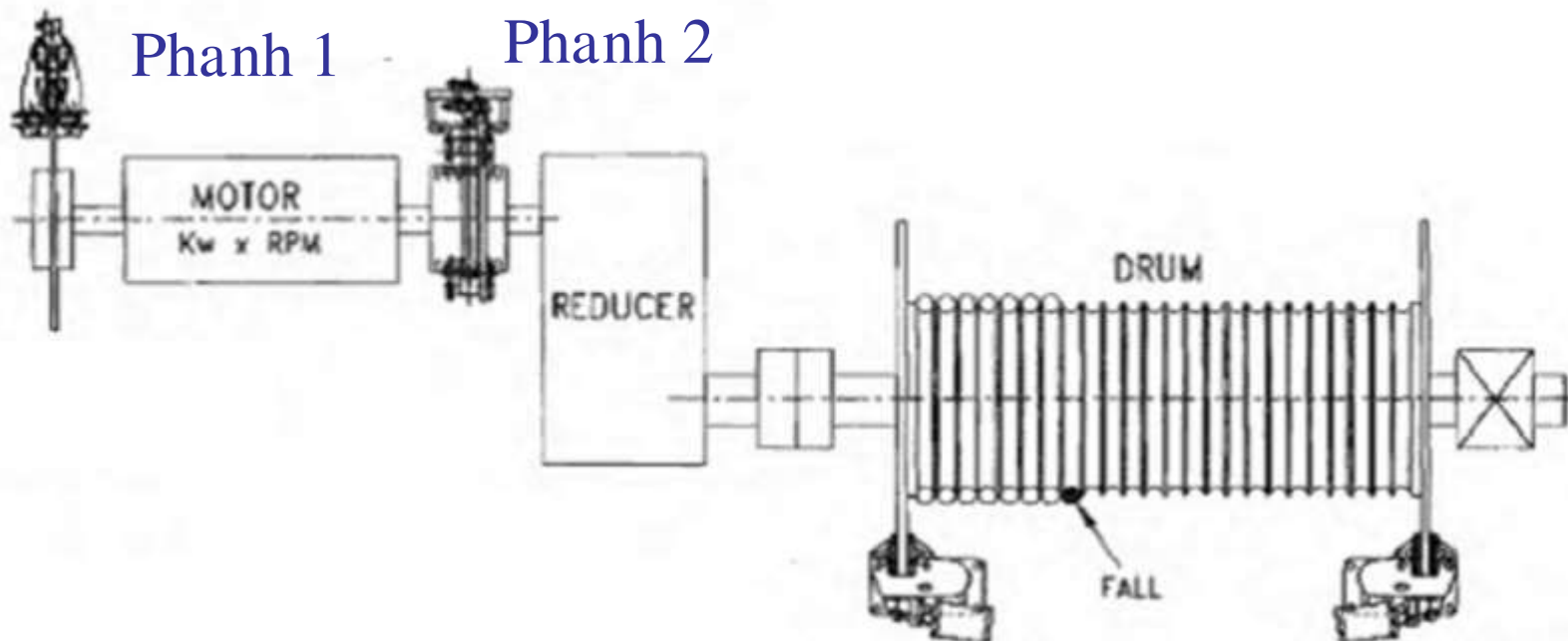
1. Phân tích chọn lựa loại thiết bị phanh hãm phù hợp nhất cho các cơ cấu của cần trục tháp có sơ đồ như hình?

2. Viết các biểu thức tính các thông số cần thiết cho việc chọn lựa và điều chỉnh mỗi loại thiết bị phanh hãm này?



3. Cơ cấu nâng chế độ làm việc nặng , có tải trọng 8 tấn, ròng rọc ổ lăn, sử dụng phanh 2 má lò xo điện từ có sơ đồ như hình 5.8. Tính các thông số cần thiết của phanh? Biết  $a=b$ ,  $e=50\text{mm}$ ,  $D_{ph}=800\text{mm}$ .

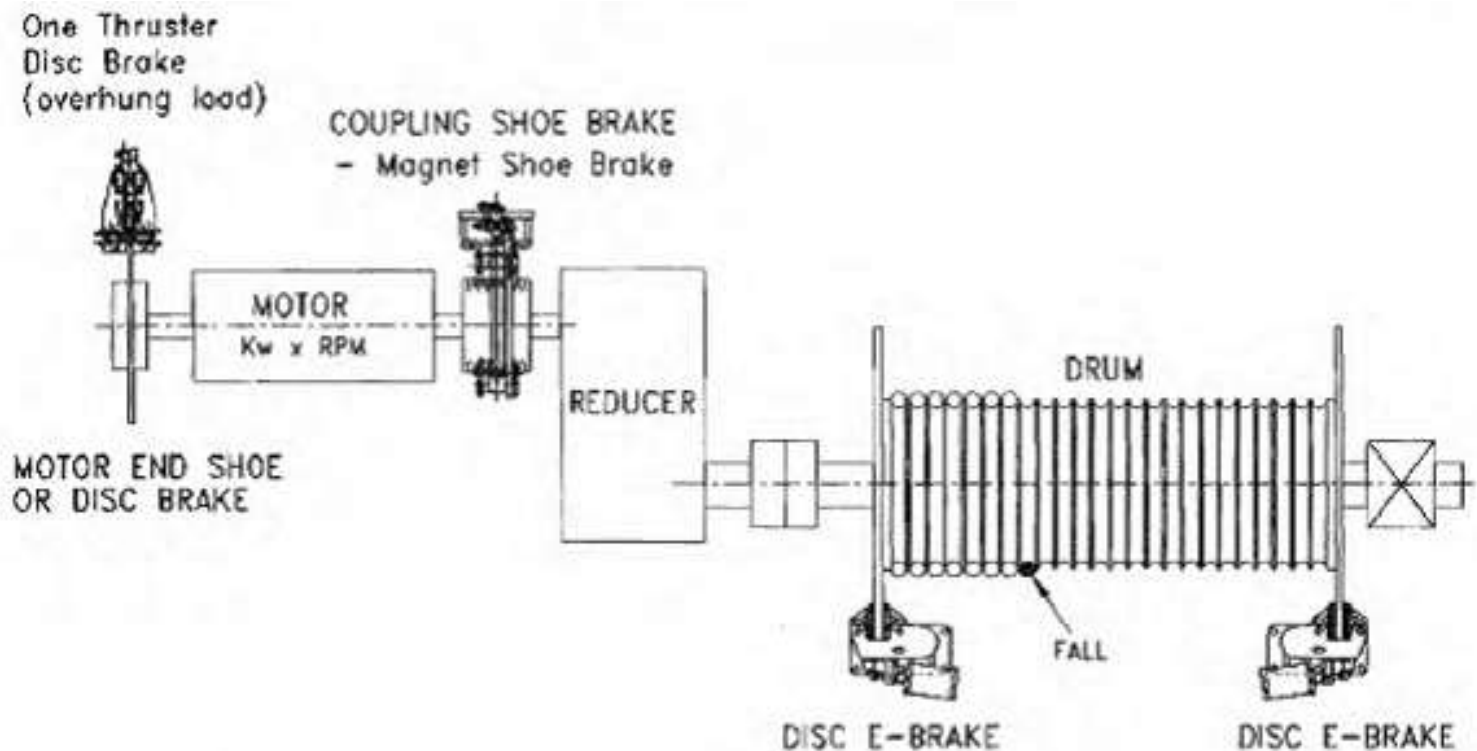
Ví dụ:



$$\text{NOMINAL BRAKE TORQUE (Nm)} = (9550 \text{ Kw/RPM}) \times \text{S.F.}$$

TYPICAL HOIST BRAKES

Ví dụ:



$$\text{NOMINAL BRAKE TORQUE (Nm)} = (9550 \text{ Kw/RPM}) \times \text{S.F.}$$

TYPICAL HOIST BRAKES