

A decorative border of small yellow stars surrounds the entire page, forming a rectangular frame.

TÀI LIỆU

MA SÁT

Chương 4:

MA SÁT

4.1. ĐẠI CƯƠNG

4.2. MA SÁT TRÊN KHỚP TỊNH TIẾN

4.3. MA SÁT TRÊN KHỚP QUAY

4.4. MA SÁT LĂN

4.5. MA SÁT TRÊN DÂY ĐAI

4.1. ĐẠY CƯỜNG

1. Phân loại ma sát.
2. Lực ma sát & Hệ số ma sát.
3. Định luật Coulomb về ma sát trượt khô.

4.2. MA SÁT TRÊN KHỚP TỈNH TIẾN

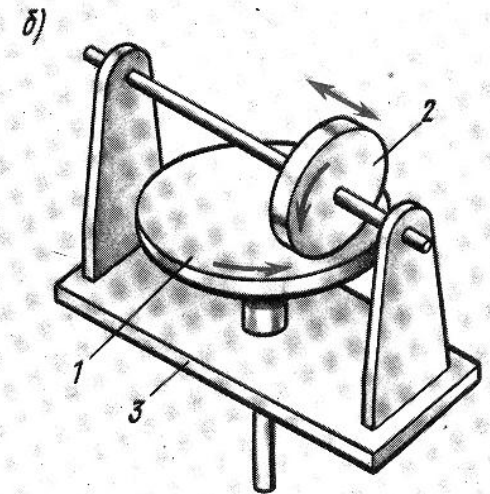
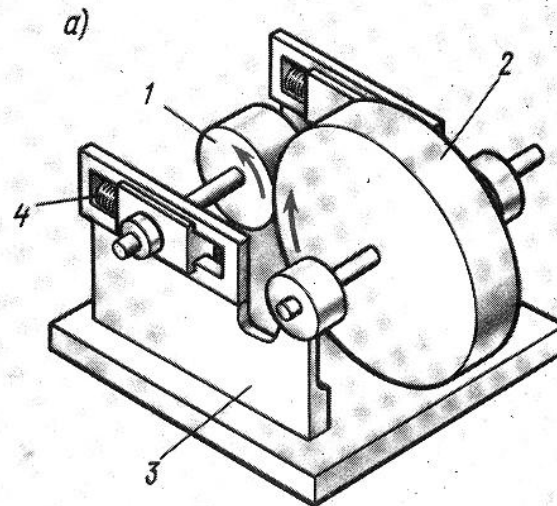
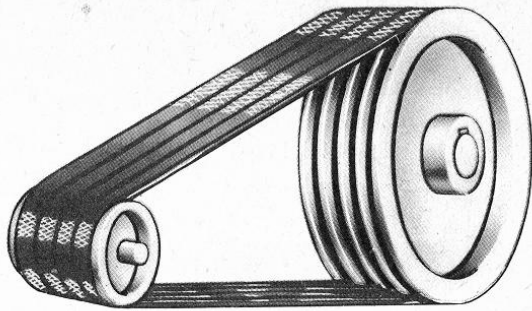
1. Ma sát trên mặt phẳng ngang.
2. Ma sát trên mặt phẳng nghiêng:
 - a. Vật đi lên đều.
 - b. Vật đi xuống đều.
3. Ma sát trên rãnh chữ V.
4. Ma sát trên khớp ren-vít:
 - a. Ma sát trên khớp ren vuông.
 - b. Ma sát trên khớp ren tam giác.

4.1. ĐẠỊ CƯ'ƠNG

- Ma sát là một hiện tượng phổ biến trong tự nhiên & kỹ thuật.
- Các mặt lợi & hại của ma sát:

□ Lợi:

- Cầm nắm các vật, đi lại được, xe chạy trên đường được, ...
- Một số cơ cấu làm việc nhờ tác dụng của lực ma sát:



❑ Hại:

- Làm tổn hao công suất, giảm hiệu suất máy.
- Làm nóng máy.
- Làm mòn các tiết máy.

1. Phân loại ma sát

- Theo tính chất tiếp xúc
- Theo tính chất chuyển động
- Theo trạng thái chuyển động

1. Phân loại ma sát (1)

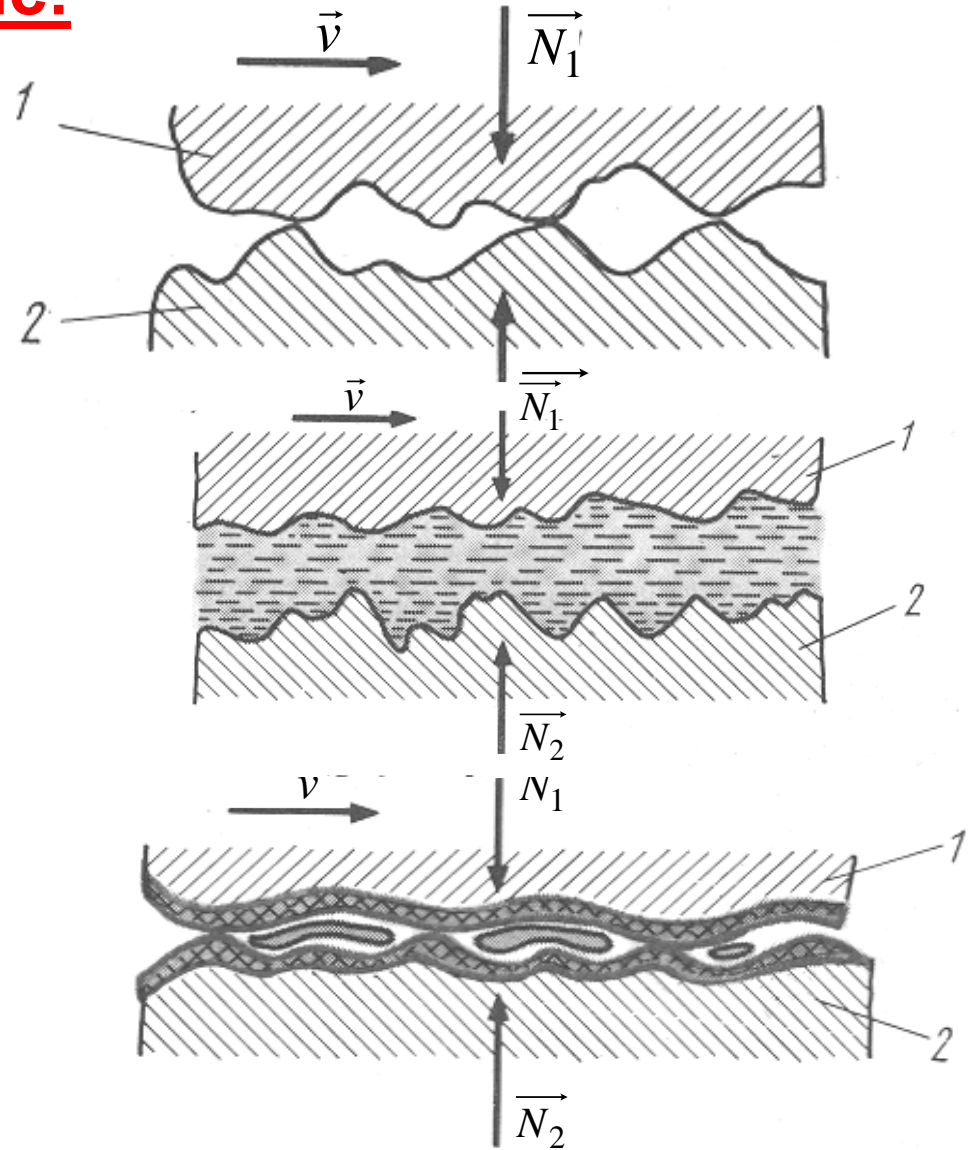
□ Theo tính chất tiếp xúc:

➤ Ma sát khô.

➤ Ma sát ướt.

➤ Ma sát nửa khô.

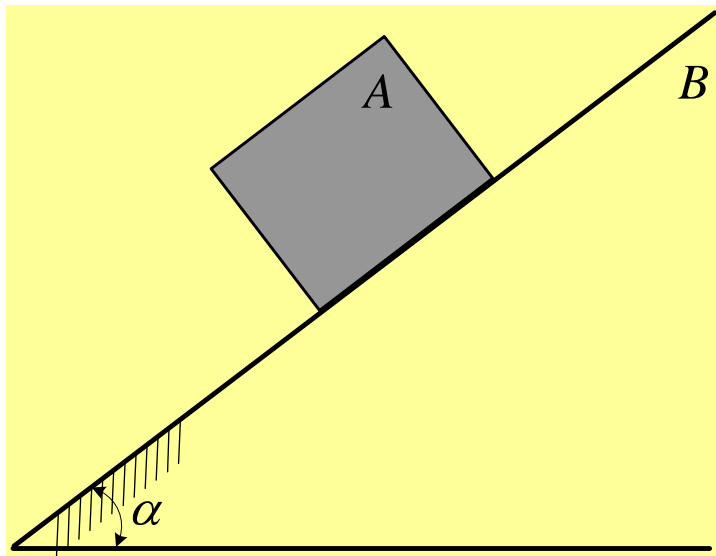
➤ Ma sát nửa ướt.



1. Phân loại ma sát (2)

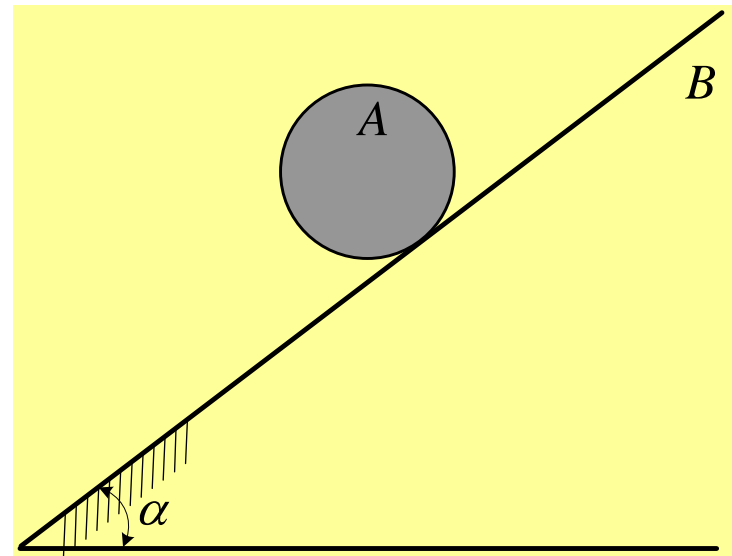
☐ Theo tính chất chuyển động:

➤ Ma sát trượt



Hình 4.1

➤ Ma sát lăn

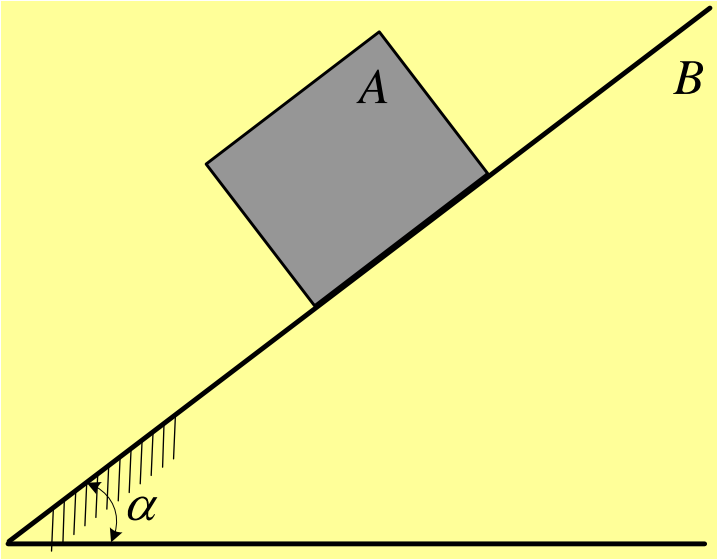


Hình 4.2

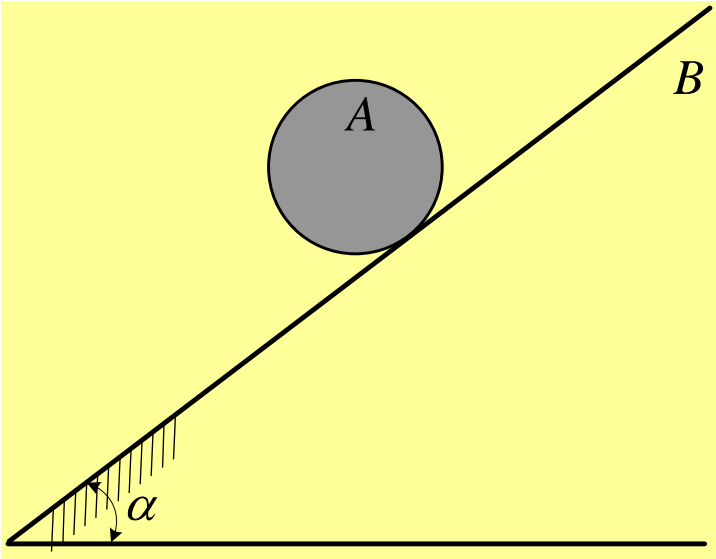
1. Phân loại ma sát ⁽³⁾

Theo trạng thái chuyển động:

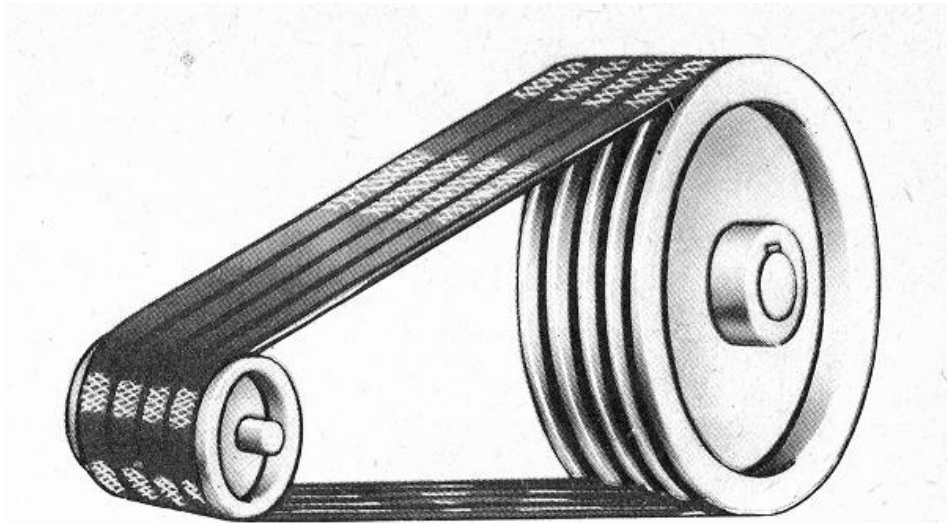
- Ma sát tĩnh.
- Ma sát động.



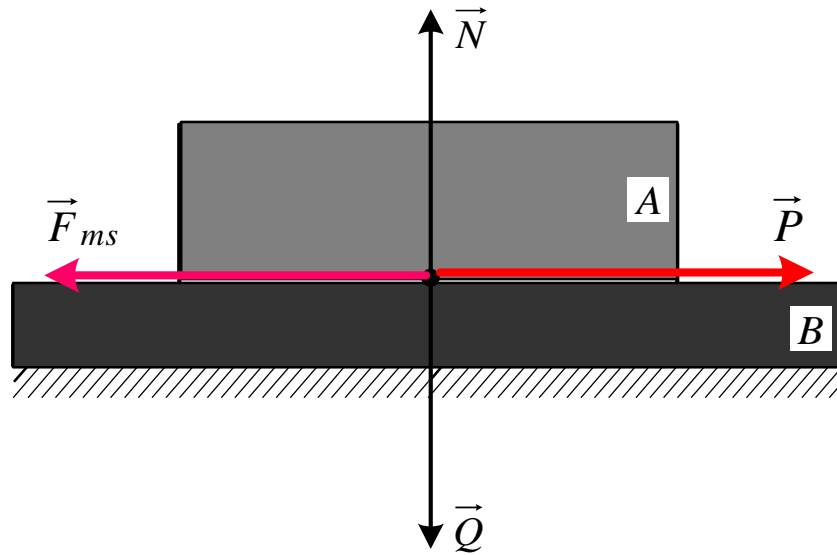
Hình 4.1



Hình 4.2



2. Lực ma sát & Hệ số ma sát



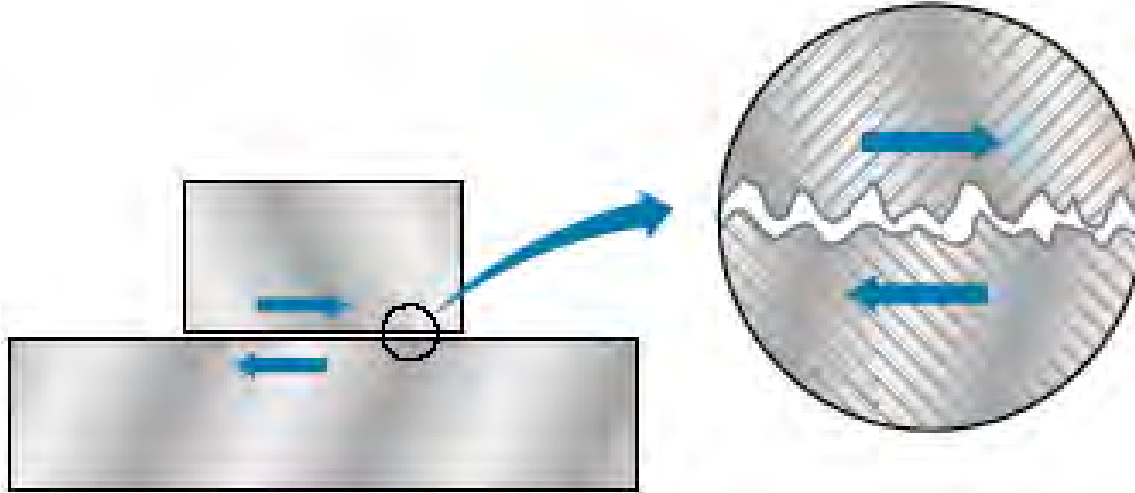
Hình 4.3

- Lực ma sát tĩnh, lực ma sát động: \vec{F}_t , \vec{F}_d

- Hệ số ma sát $\left\{ \begin{array}{l} \text{tĩnh: } f_t = \frac{F_t}{N} \\ \text{động: } f_d = \frac{F_d}{N} \end{array} \right.$

Nguyên nhân lực ma sát động < Lực ma sát tĩnh cực đại

$$F_d < F_{t_{\max}}$$



- Liên kết do các vết mấp mô trên hai bề mặt tiếp xúc gài vào nhau.
- Áp suất tại một số vết mấp mô có thể rất lớn và bằng độ cứng của vật liệu → các vết mấp mô bị biến dạng dẻo. Các nguyên tử của vật liệu trên hai bề mặt tiếp xúc được đưa lại gần nhau tới mức sinh ra các mối nối giữa chúng (*mối hàn lạnh*).

Khi \vec{P} đạt tới giá trị giới hạn → Vật bắt đầu chuyển động.

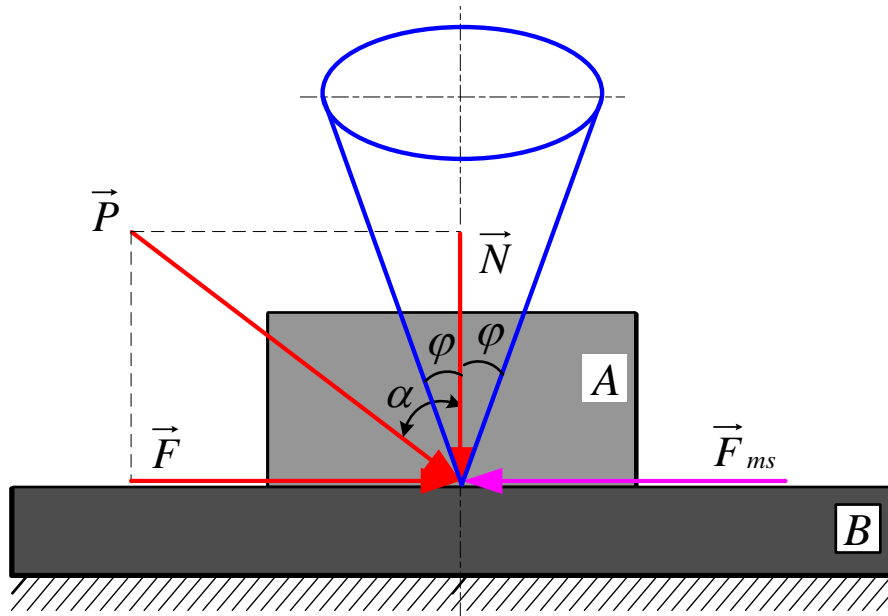
3. Định luật Coulomb về ma sát trượt khô

- Lực ma sát tỉ lệ với phản lực pháp tuyến \vec{N} và có chiều chống lại chuyển động tương đối: $F_{ms} = f \cdot N$
- Hệ số ma sát f phụ thuộc vào:
 - vật liệu bề mặt tiếp xúc
 - trạng thái bề mặt tiếp xúc
 - thời gian tiếp xúc
- Hệ số ma sát f không phụ thuộc vào:
 - diện tích tiếp xúc
 - áp suất trên bề mặt tiếp xúc
 - vận tốc tương đối giữa hai bề mặt tiếp xúc
- Đối với đa số vật liệu, hệ số ma sát tĩnh $>$ hệ số ma sát động.

$$f_t > f_d$$

4.2. Ma sát trên khớp tịnh tiến

1. Ma sát trên mặt phẳng ngang ⁽¹⁾



Hình 4.4

▪ Góc ma sát: φ ($\text{tg} \varphi = f$)

▪ Nón ma sát.

▪ Điều kiện chuyển động (4.3) \leftrightarrow

$$\vec{P} \begin{cases} F = P \sin \alpha \\ N = P \cos \alpha \end{cases}$$

$$F_{ms} = f \cdot N = f \cdot P \cos \alpha$$

▪ Điều kiện chuyển động:

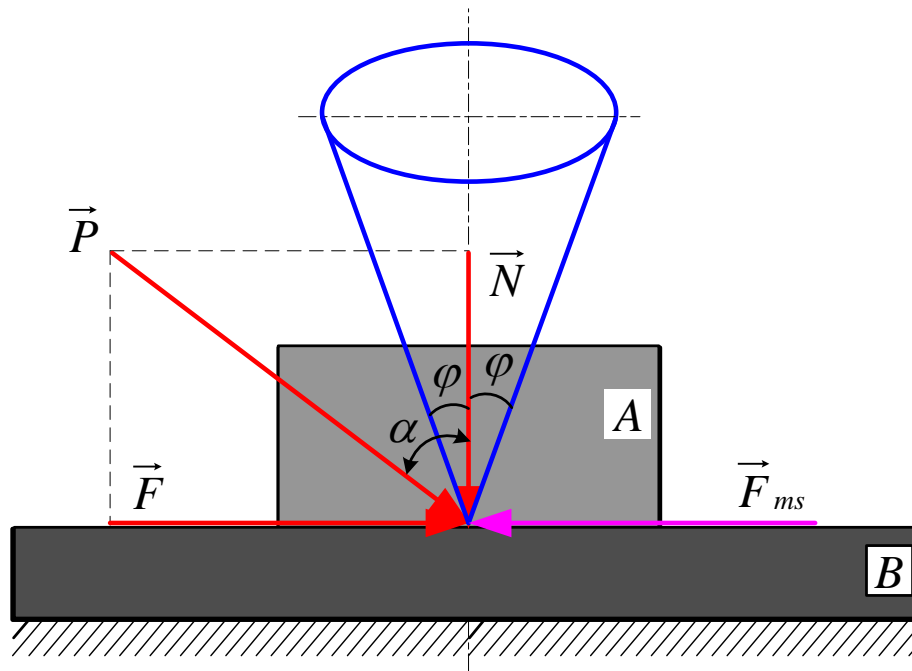
$$F \geq F_{ms}$$

$$\rightarrow \boxed{\text{tg} \alpha \geq f} \quad (4.3)$$

$$\boxed{\alpha \geq \varphi} \quad (4.4)$$

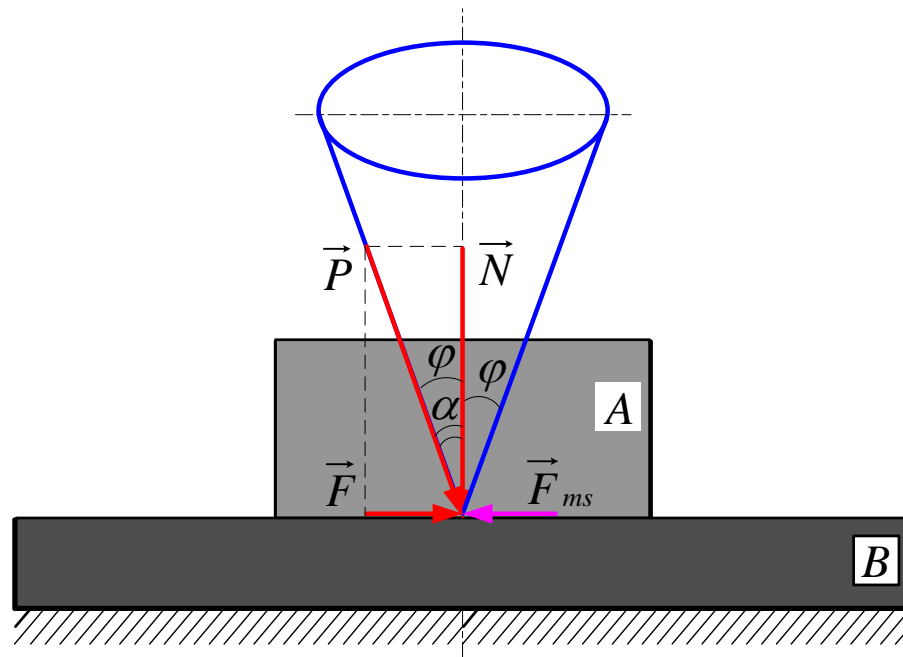
1. Ma sát trên mặt phẳng ngang (2)

- ĐKCD chỉ phụ thuộc vào phương của lực tác dụng \vec{P} :
 - \vec{P} nằm ngoài nón ma sát ($\alpha > \varphi$): vật A ch.động nhanh dần.



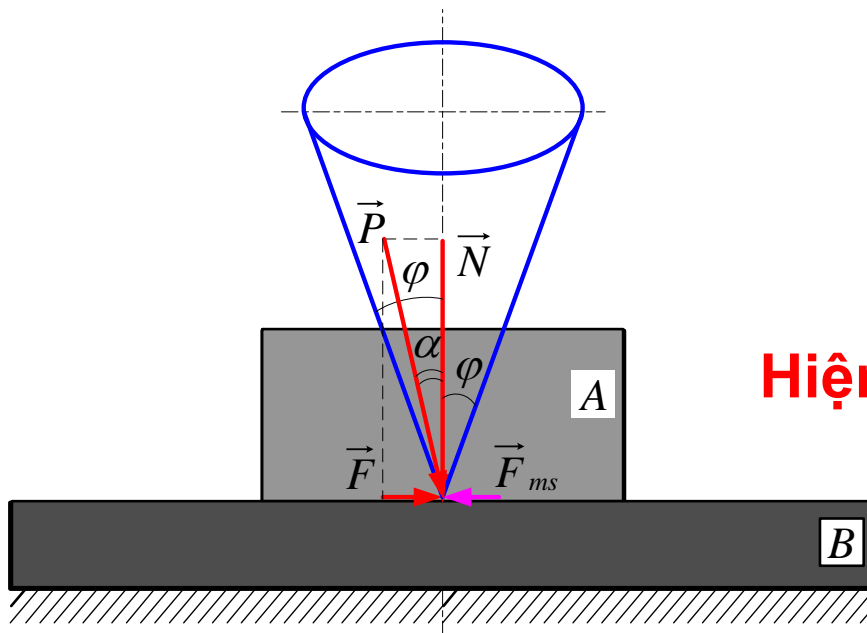
1. Ma sát trên mặt phẳng ngang (2)

- ĐKCD chỉ phụ thuộc vào phương của lực tác dụng \vec{P} :
 - \vec{P} nằm ngoài nón ma sát ($\alpha > \varphi$): vật A ch.động nhanh dần.
 - \vec{P} nằm trên nón ma sát ($\alpha = \varphi$): vật A ch.động đều.



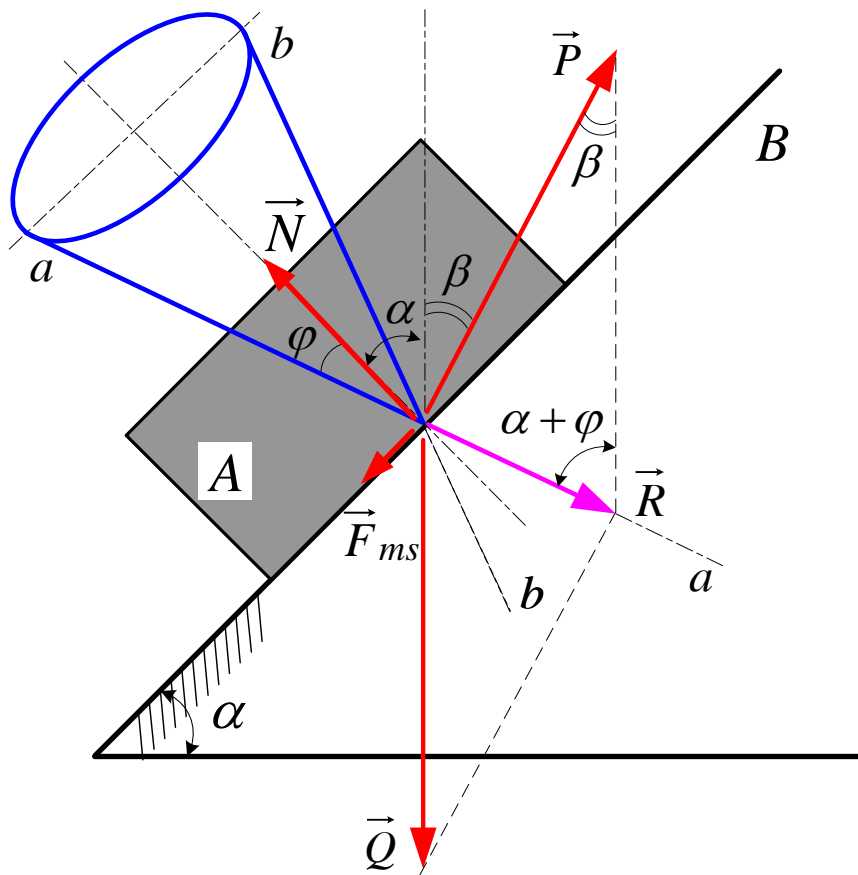
1. Ma sát trên mặt phẳng ngang ⁽²⁾

- ĐKCD chỉ phụ thuộc vào phương của lực tác dụng \vec{P} :
 - \vec{P} nằm ngoài nón ma sát ($\alpha > \varphi$): vật A ch.động nhanh dần.
 - \vec{P} nằm trên nón ma sát ($\alpha = \varphi$): vật A ch.động đều.
 - \vec{P} nằm trong nón ma sát ($\alpha < \varphi$): vật A ch.động chậm dần rồi đứng yên dù $\vec{P} \rightarrow \infty$.



Hiện tượng tự hãm của vật A.

2. Ma sát trên mặt phẳng nghiêng (1)

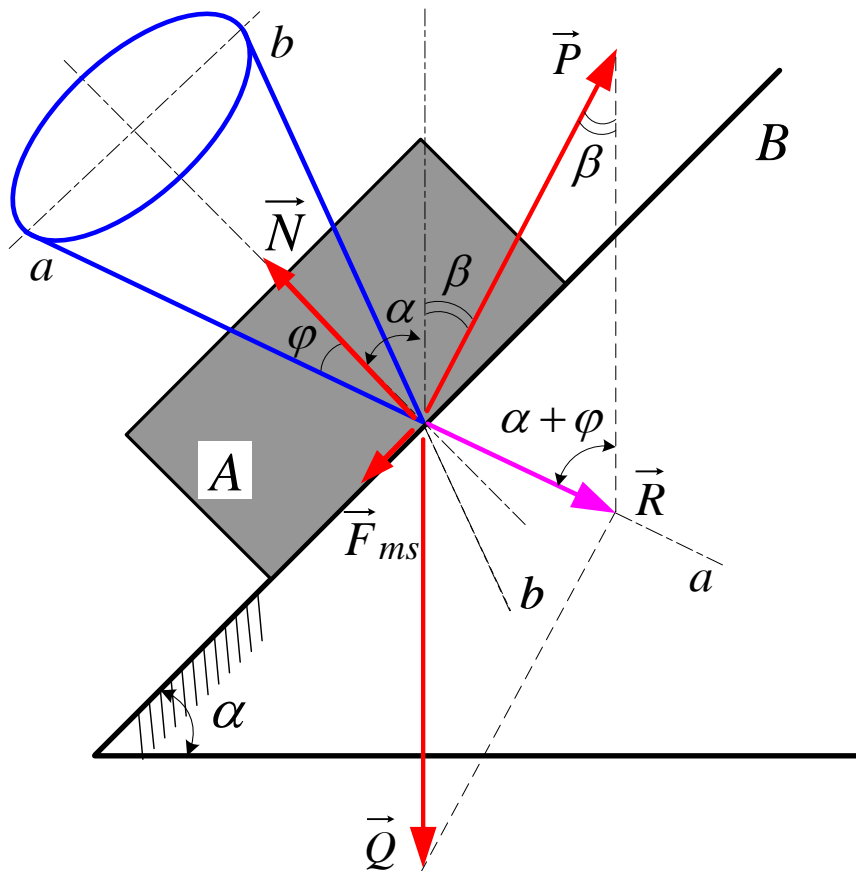


Hình 4.5a

- Lực tác dụng lên vật A:
 $\vec{Q}, \vec{P}, \vec{N}, \vec{F}_{ms}$
- Xác định giá trị \vec{P} để vật A chuyển động đều.
- Hợp lực: $\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q}$

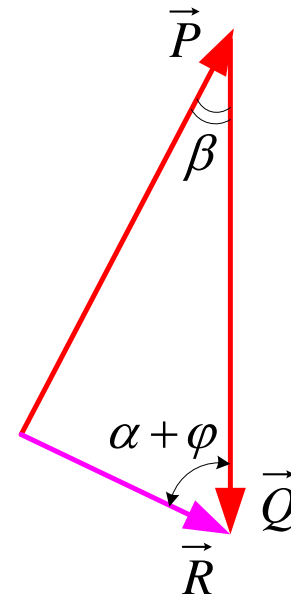
2. Ma sát trên mặt phẳng nghiêng (2)

a). Vật A đi lên đều:



Hình 4.5a

- Lực \vec{P} phải có giá trị sao cho $\vec{R} \in$ đường sinh thấp nhất aa .
- Tam giác lực $\vec{P}, \vec{Q}, \vec{R}$:



Hình 4.5b

2. Ma sát trên mặt phẳng nghiêng (3)

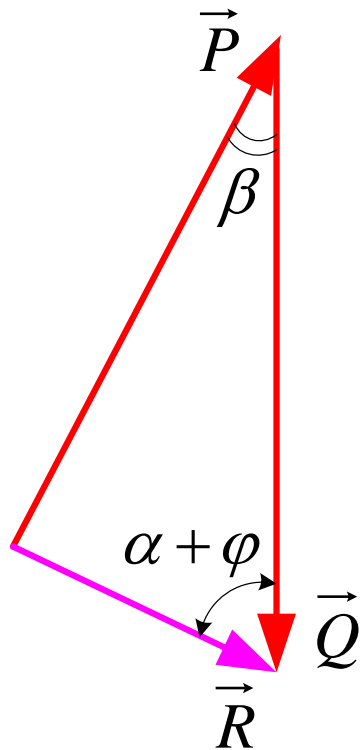
a). Vật A đi lên đều:

- Trong tam giác lực $\vec{P}, \vec{Q}, \vec{R}$:

$$\frac{P}{\sin(\alpha + \varphi)} = \frac{Q}{\sin[\pi - (\alpha + \varphi + \beta)]} = \frac{Q}{\sin(\alpha + \varphi + \beta)}$$

$$\rightarrow P = Q \cdot \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\sin(\alpha + \varphi + \beta)} \quad (4.5)$$

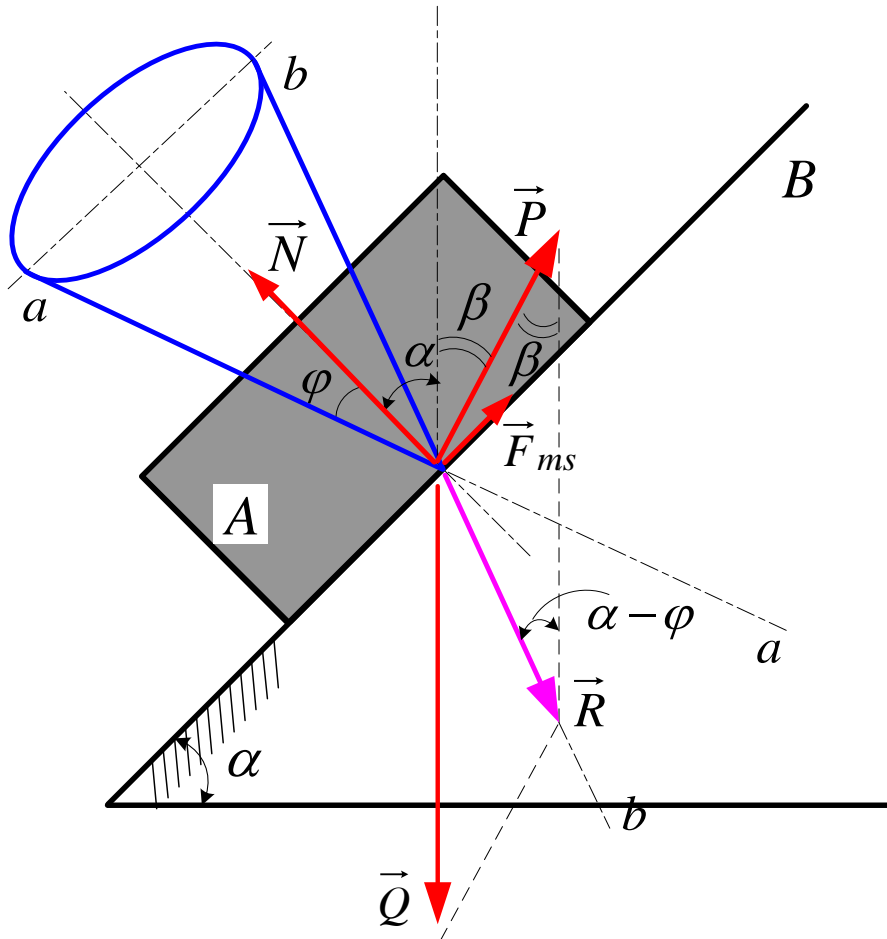
- \vec{P} : lực phát động.
- \vec{Q} : lực cản.



Hình 4.5b

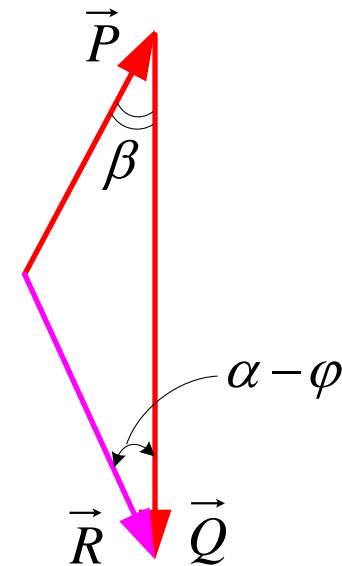
2. Ma sát trên mặt phẳng nghiêng (4)

b). Vật A đi xuống đều:



Hình 4.6a

- Lực \vec{P} phải có giá trị sao cho $\vec{R} \in$ đường sinh cao nhất bb .
- Tam giác lực $\vec{P}, \vec{Q}, \vec{R}$:

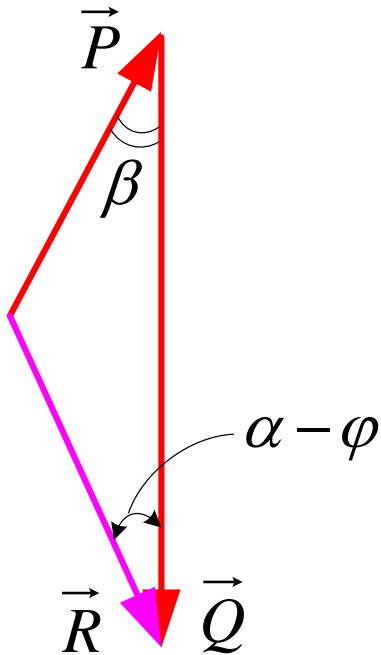


Hình 4.6b

2. Ma sát trên mặt phẳng nghiêng (5)

b). Vật A đi xuống đều:

- Trong tam giác lực $\vec{P}, \vec{Q}, \vec{R}$:



$$\frac{P}{\sin(\alpha - \varphi)} = \frac{Q}{\sin[\pi - (\alpha - \varphi + \beta)]} = \frac{Q}{\sin(\alpha - \varphi + \beta)}$$

$$\rightarrow P = Q \cdot \frac{\sin(\alpha - \varphi)}{\sin(\alpha - \varphi + \beta)} \quad (4.6)$$

- \vec{P} : lực cản.
- \vec{Q} : lực phát động.

Hình 4.6b

2. Ma sát trên mặt phẳng nghiêng ⁽⁵⁾

Tổng quát:

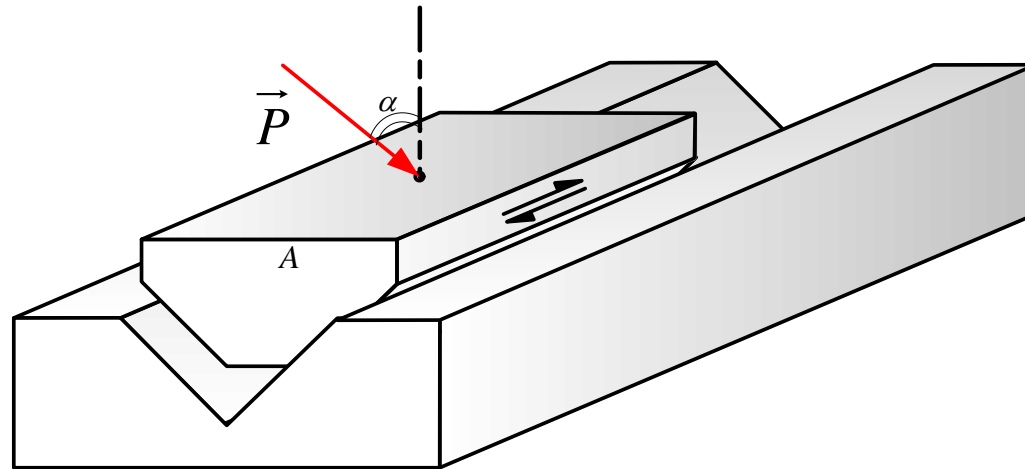
- Các công thức (4.5) & (4.6) có thể viết dưới dạng:

$$P = Q \cdot \frac{\sin(\alpha \pm \varphi)}{\sin(\alpha \pm \varphi + \beta)} \quad (4.7)$$

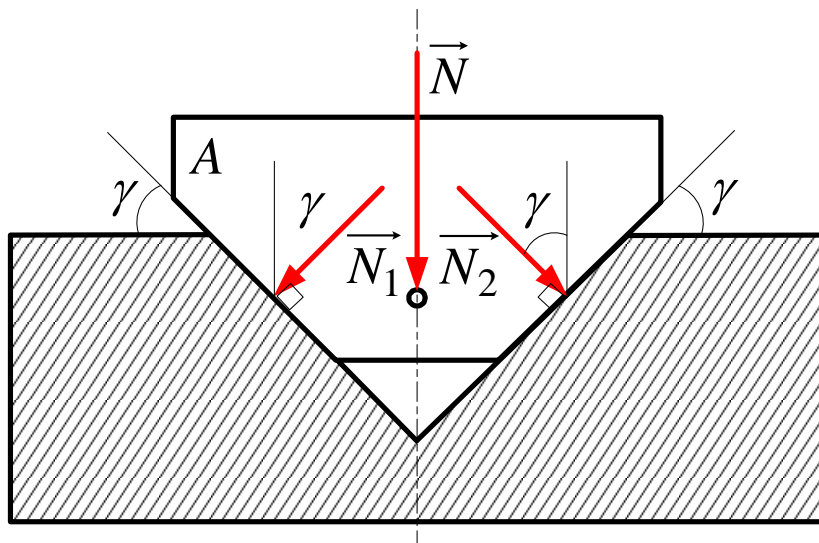
(+): trường hợp vật A đi lên (\overline{P} : lực phát động, \overline{Q} : lực cản)

(-): trường hợp vật A đi xuống (\overline{P} : lực cản, \overline{Q} : lực phát động)

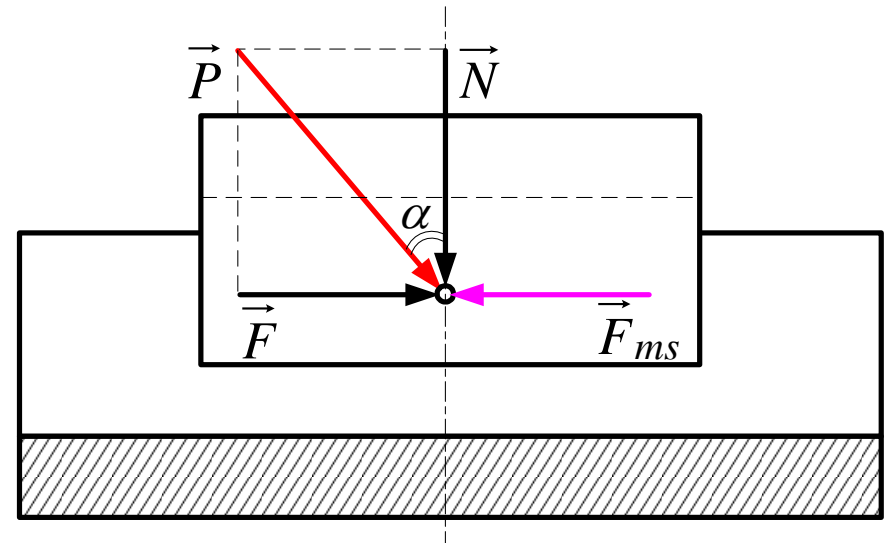
3. Ma sát trên rãnh chữ V (1)



Hình 4.7a

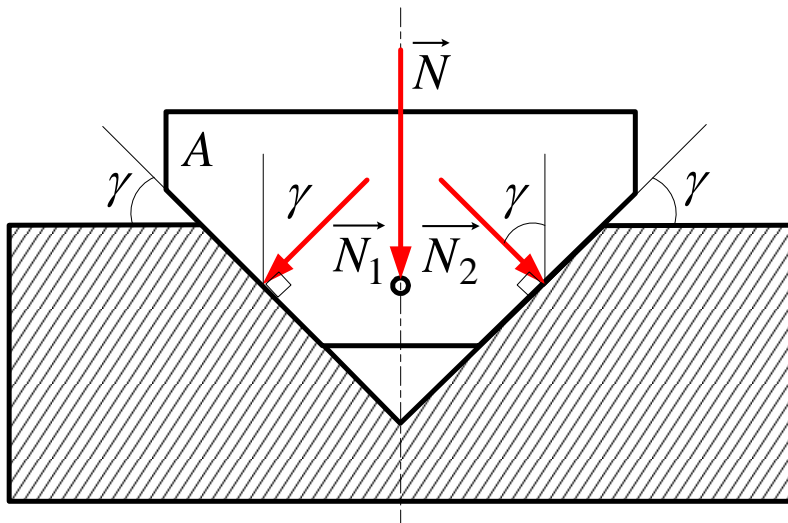


Hình 4.7b

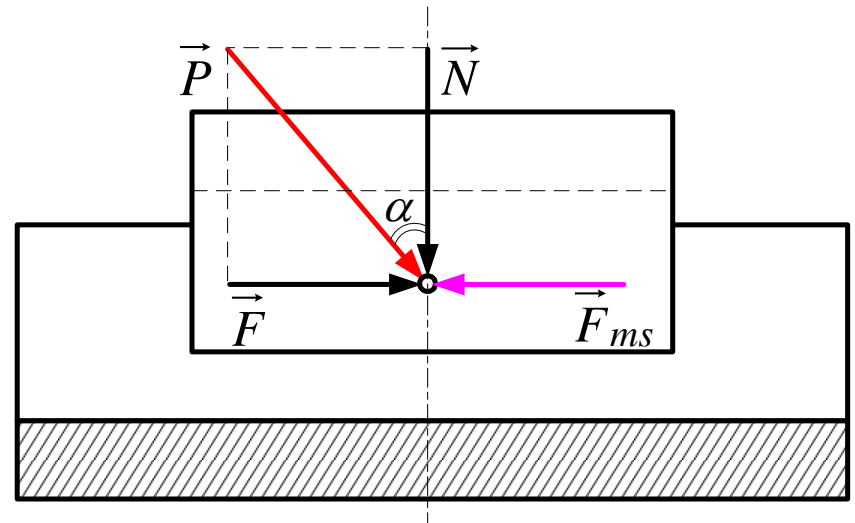


Hình 4.7c

3. Ma sát trên rãnh chữ V (2)



Hình 4.7b



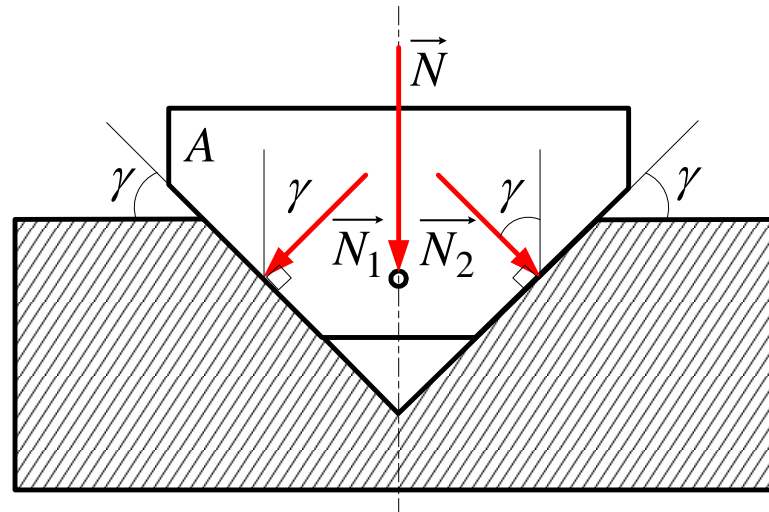
Hình 4.7c

- Tác dụng lên vật A một lực \vec{P} :
$$\vec{P} \begin{cases} F = P \sin \alpha \\ N = P \cos \alpha \end{cases}$$
- Lực ma sát cản chuyển động: $F_{ms_1} = f \cdot N_1$; $F_{ms_2} = f \cdot N_2$
- Lực ma sát tổng:

$$F_{ms} = f \cdot N_1 + f \cdot N_2 = f \cdot (N_1 + N_2)$$

(4.11)

3. Ma sát trên rãnh chữ V ⁽³⁾



Hình 4.7b

- Ta có:

$$N = N_1 \cos \gamma + N_2 \cos \gamma \quad \rightarrow \quad N_1 + N_2 = \frac{N}{\cos \gamma} = \frac{P \cos \alpha}{\cos \gamma} \quad (4.12)$$

- Biểu thức (4.11) trở thành:

$$F_{ms} = \frac{f \cdot P \cos \alpha}{\cos \gamma} \quad (4.13)$$

3. Ma sát trên rãnh chữ V ⁽⁴⁾

- Điều kiện để vật A chuyển động:

$$F \geq F_{ms}$$

$$\longleftrightarrow \text{tg} \alpha \geq \frac{f}{\cos \gamma}$$

hay $\boxed{\text{tg} \alpha \geq f'}$ (4.14)

- Hệ số ma sát thay thế: f'

- Góc ma sát thay thế: φ'

- Nón ma sát thay thế.

- Điều kiện chuyển động (4.14) $\longleftrightarrow \boxed{\alpha \geq \varphi'}$ (4.15)

3. Ma sát trên rãnh chữ V ⁽⁵⁾

- ĐKCD chỉ phụ thuộc vào phương của lực tác dụng \vec{P} :
 - \vec{P} nằm ngoài nón ma sát tt ($\alpha > \varphi'$): vật A ch.động nhanh dần.
 - \vec{P} nằm trên nón ma sát tt ($\alpha = \varphi'$): vật A ch.động đều.
 - \vec{P} nằm trong nón ma sát tt ($\alpha < \varphi'$): vật A ch.động chậm dần rồi đứng yên dù $\vec{P} \rightarrow \infty$.



Hiện tượng tự hãm của vật A.

3. Ma sát trên rãnh chữ V ⁽⁶⁾

Nhận xét 1:

- Đối với **rãnh chữ V nằm ngang**, mặt phẳng tiếp xúc có hệ số ma sát f và thành rãnh nghiêng một góc γ thì về mặt tính toán ta có thể **thay thế bằng mặt phẳng nằm ngang** có hệ số ma sát bằng:

$$f' = \frac{f}{\cos \gamma}$$

với f' là hệ số ma sát thay thế, nó chỉ phụ thuộc vào (f, γ) của rãnh chữ không phụ thuộc vào trạng thái chịu lực.

3. Ma sát trên rãnh chữ V ⁽⁷⁾

Nhận xét 2:

- Đối với **rãnh chữ V nằm nghiêng** một góc β so với phương ngang, ta có thể **thay thế bằng mặt phẳng nghiêng** với hệ số ma sát thay thế $f' = \frac{f}{\cos \gamma}$, nên nhận được kết quả tương ứng với các công thức (4.7) và (4.8) với φ được thay thế bởi φ' .

$$P = Q \cdot \frac{\sin(\alpha \pm \varphi)}{\sin(\alpha \pm \varphi + \beta)} \quad (4.7)$$

$$P = Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha \pm \varphi) \quad (4.8)$$

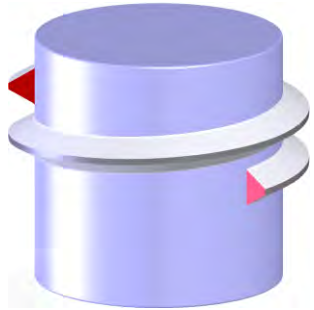
3. Ma sát trên rãnh chữ V ⁽⁸⁾

Nhận xét 3:

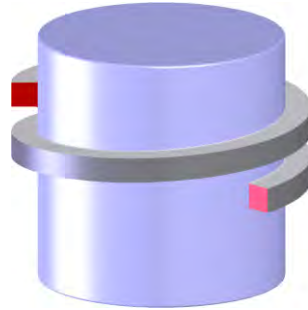
- Vì $f' > f$ nên **ma sát trên rãnh chữ V > ma sát trên mặt phẳng.**
- Vì $f' > f$ nên $\varphi' > \varphi$, do đó biểu thức $\alpha < \varphi'$ dễ xảy ra hơn biểu thức $\alpha < \varphi$, nghĩa là **khả năng tự hãm của vật A đi xuống trên rãnh chữ V nằm nghiêng > khả năng tự hãm khi đi xuống trên mặt phẳng nằm nghiêng.**

4. Ma sát trên khớp ren-vít (1)

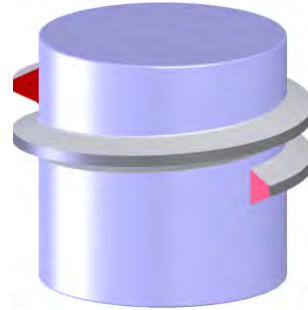
- Cấu tạo ren vít:



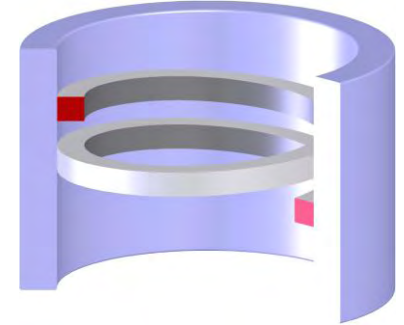
ren tam giác



ren vuông

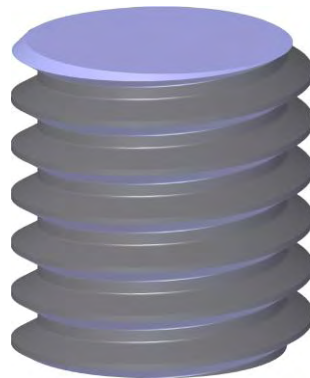


ren hình thang

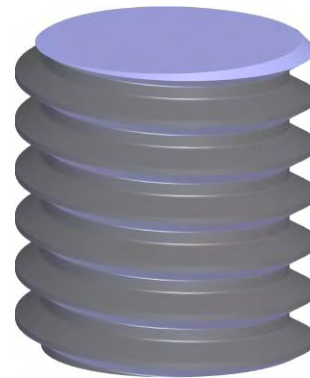


ren trong

ren ngoài



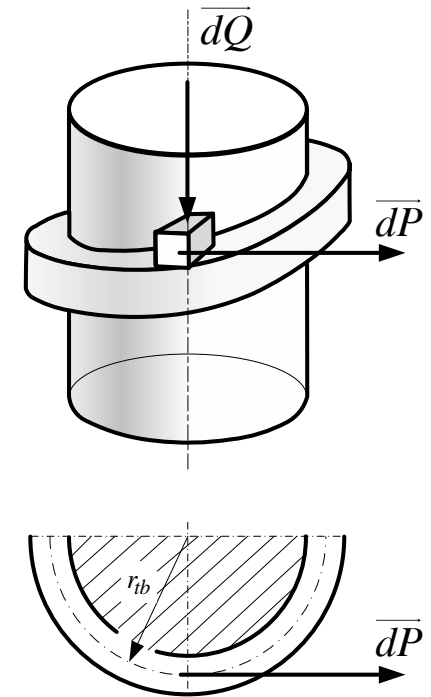
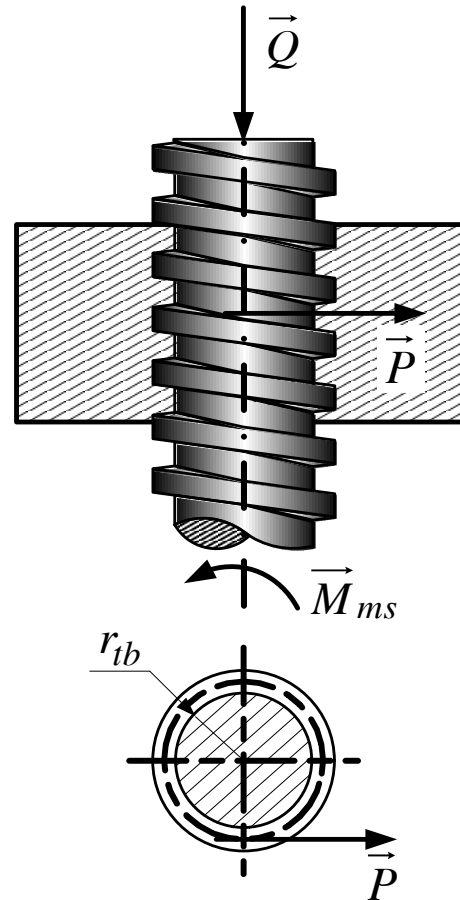
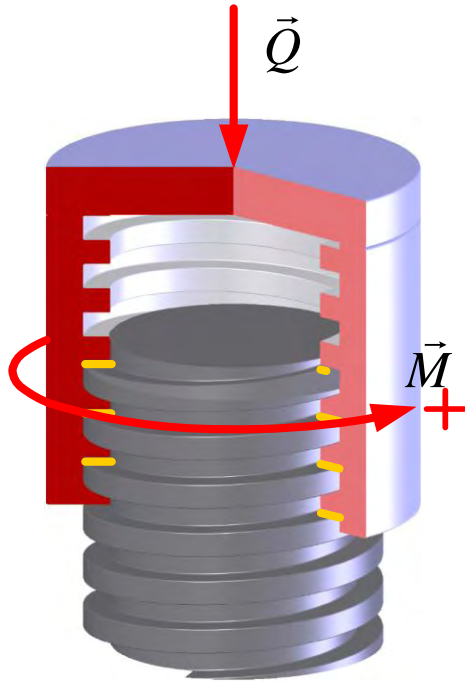
ren phải



ren trái

4. Ma sát trên khớp ren-vít (2)

a). Ma sát trên khớp ren vuông:

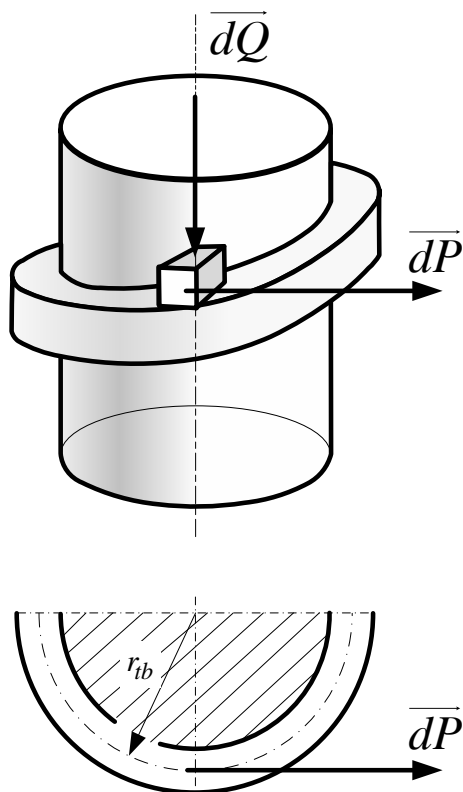


Ma sát trên khớp ren vuông \longleftrightarrow

Ma sát của một vật trượt trên mặt phẳng nằm nghiêng một góc α .

4. Ma sát trên khớp ren-vít (3)

a). Ma sát trên khớp ren vuông:



Hình 4.8b

- Xét một phần tử của đai ốc như hình.
- Lực \overline{dP} cần thiết để vặn chặt vào hay tháo lỏng ra:

$$dP = dQ \cdot \operatorname{tg}(\alpha \pm \varphi)$$

- Moment lực ứng với \overline{dP} :

$$dM = r_{tb} \cdot dP = r_{tb} \cdot dQ \cdot \operatorname{tg}(\alpha \pm \varphi)$$

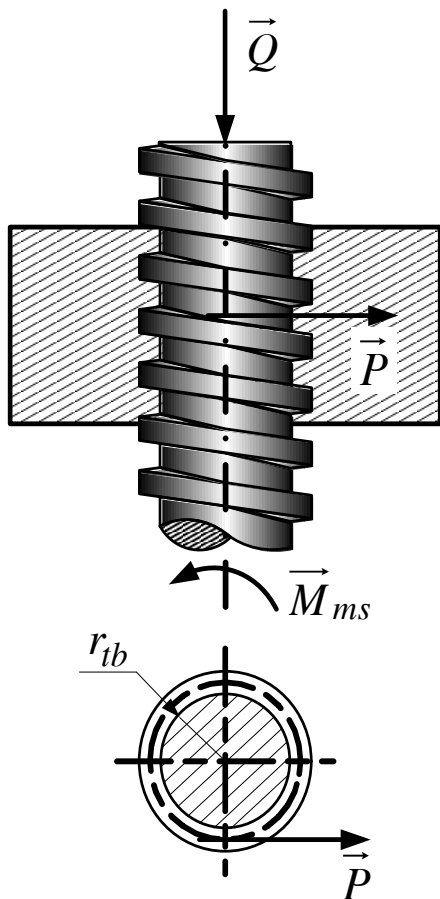
- Moment vặn đai ốc bằng:

$$M = \sum dM$$

$$M = r_{tb} \cdot Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha \pm \varphi)$$

4. Ma sát trên khớp ren-vít (4)

a). Ma sát trên khớp ren vuông:



Điều kiện để vận được là: $M = M_{ms}$

$$M_{ms} = r_{tb} \cdot P = r_{tb} \cdot Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha \pm \varphi) \quad (4.16)$$

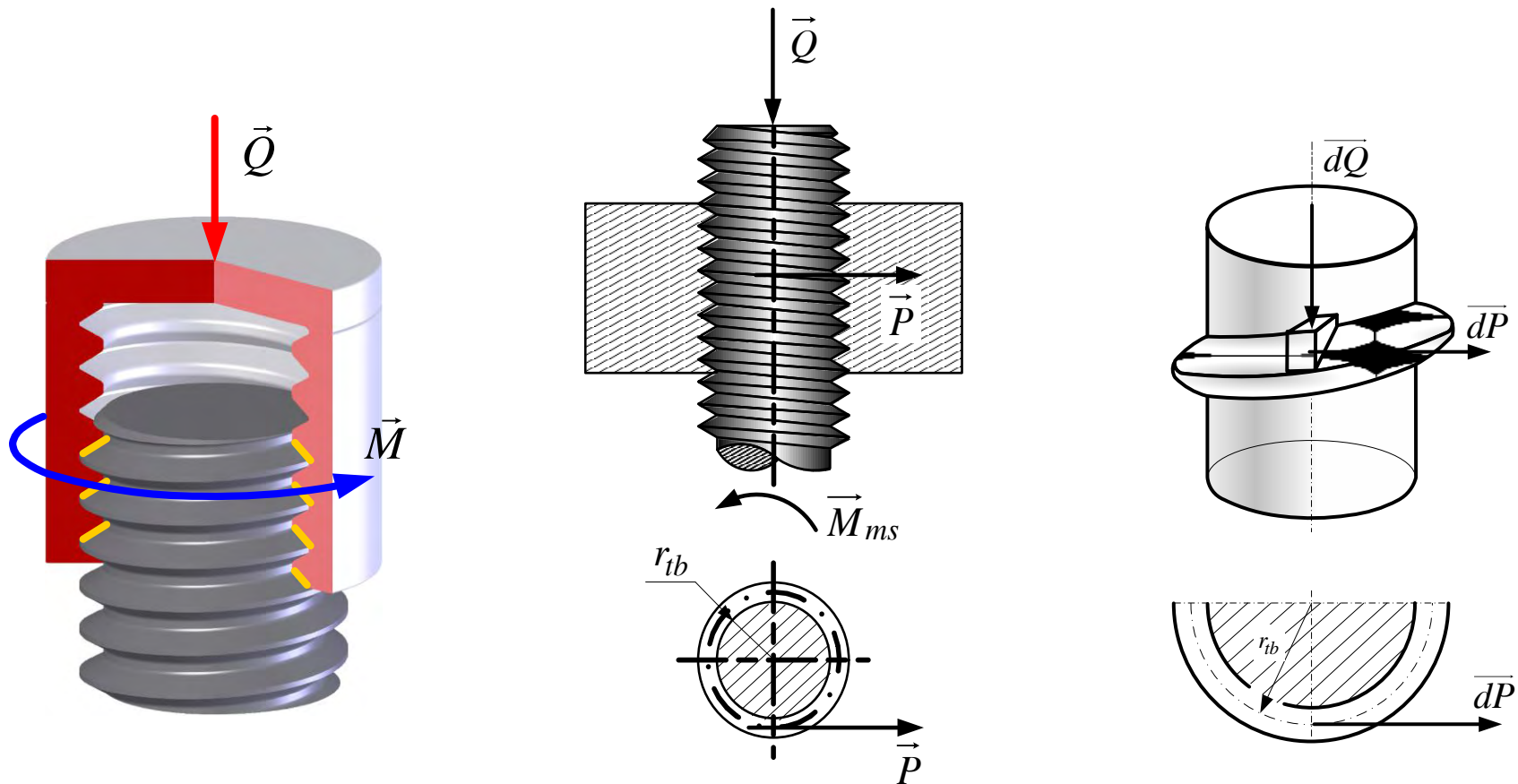
(+): trường hợp vận chặt vào
(\vec{P} : lực phát động, \vec{Q} : lực cản)

(-): trường hợp tháo lỏng ra
(\vec{P} : lực cản, \vec{Q} : lực phát động)

Hình 4.8a

4. Ma sát trên khớp ren-vít (5)

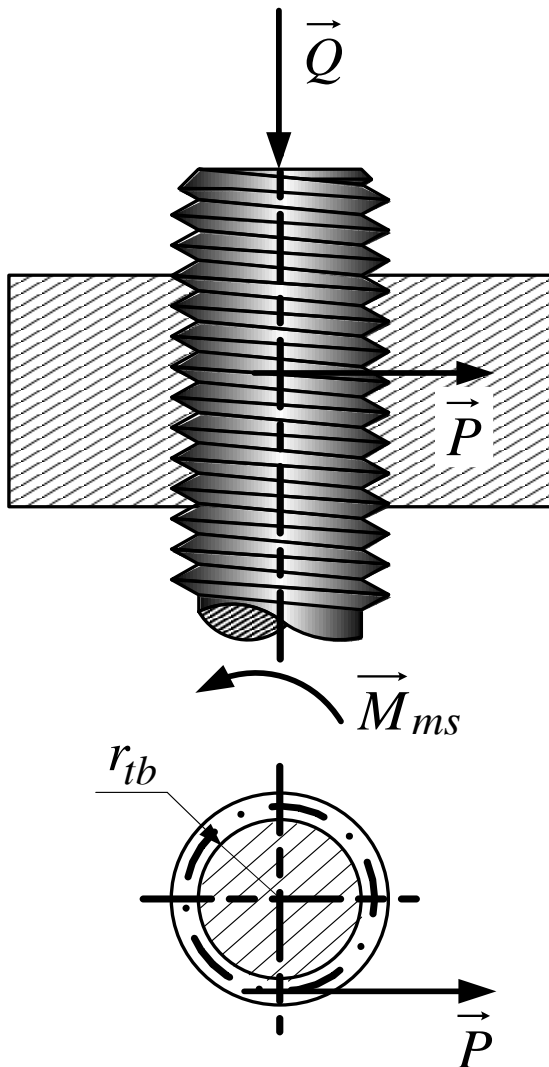
b). Ma sát trên khớp ren tam giác:



Ma sát trên khớp ren tam giác \longleftrightarrow Ma sát trên rãnh chữ V đặt nằm nghiêng một góc α và thành rãnh nghiêng một góc γ .

4. Ma sát trên khớp ren-vít (6)

b). Ma sát trên khớp ren tam giác:



$$P = Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha \pm \varphi') \quad (4.17)$$

$$M_{ms} = r_{tb} \cdot Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha \pm \varphi') \quad (4.18)$$

với φ' là góc ma sát thay thế:

$$\operatorname{tg} \varphi' = f' = \frac{f}{\cos \gamma}$$

4. Ma sát trên khớp ren-vít (7)

Nhận xét:

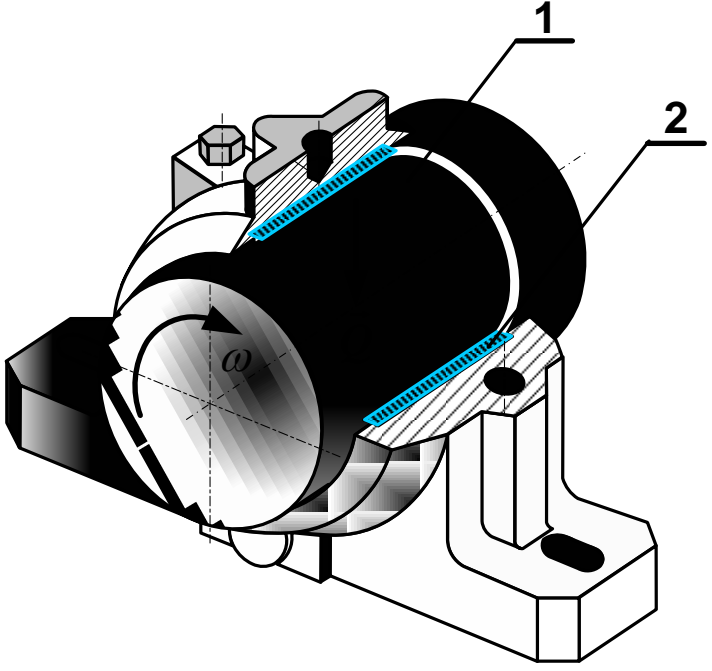
$$M_{ms} = r_{tb} \cdot P = r_{tb} \cdot Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha \pm \varphi) \quad (4.16)$$

$$M_{ms} = r_{tb} \cdot Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha \pm \varphi') \quad (4.18)$$

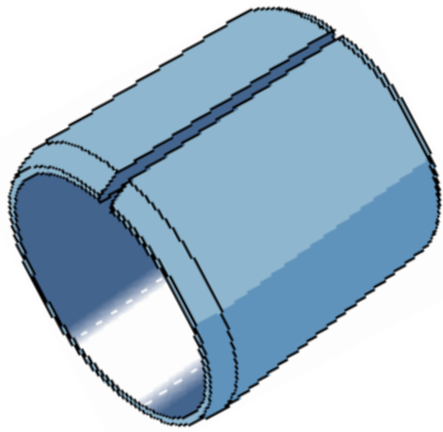
- Moment cần thiết để vặn chặt vào trên ren vuông < trên ren tam giác → **dùng ren vuông để truyền lực** (vít me, vít kích, ...).
- Moment cần thiết để tháo lỏng ra trên ren vuông < trên ren tam giác → **dùng ren tam giác trong các bộ phận dùng ren để kẹp chặt** (bulông, vít, ...). Khả năng tự hãm khi tháo lỏng ra của ren tam giác cao hơn của ren vuông.

4.3. Ma sát trên khớp quay

▪ Khớp quay được dùng rất nhiều trong máy móc, thường gọi là ổ trục.



a) Ổ đỡ

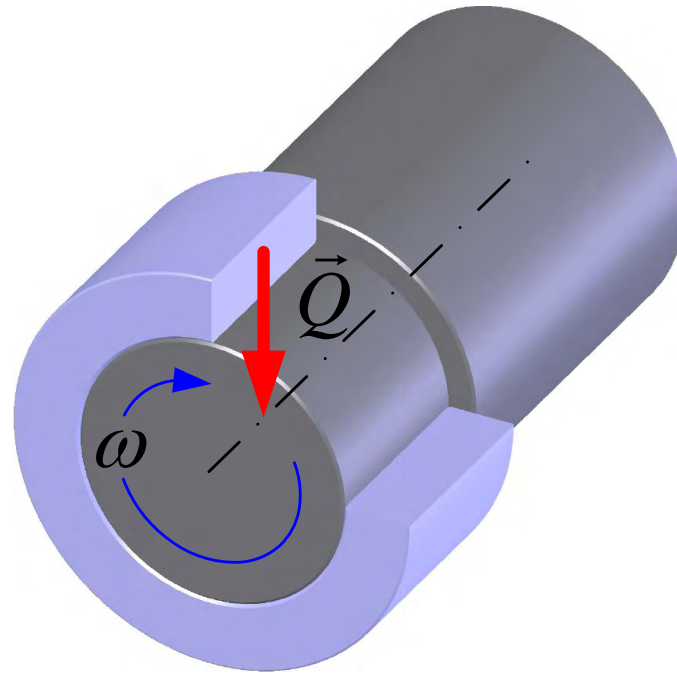


b) Máng lót

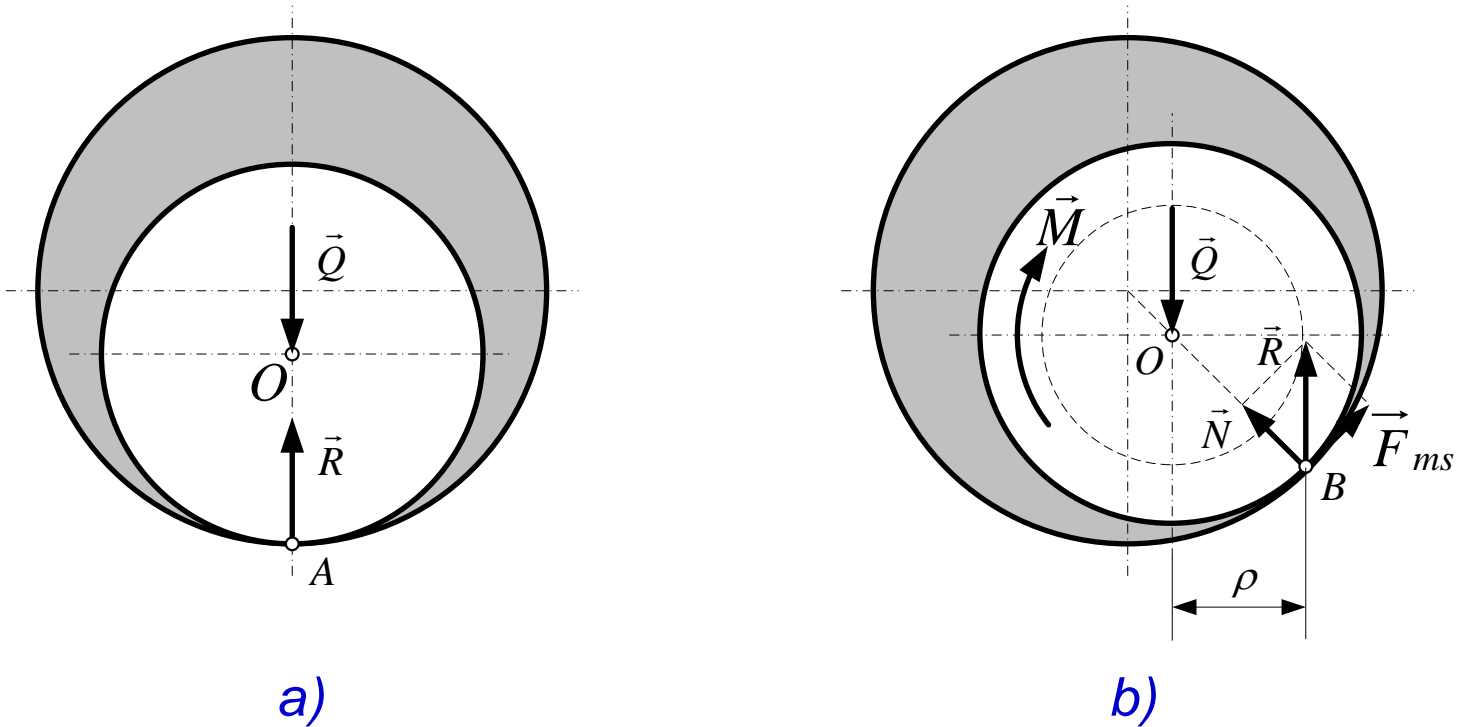
Hình 4.10

- Ổ đỡ: chịu lực hướng kính.
- Ổ chặn: chịu lực hướng trục.
- Ổ đỡ chặn.
- Ổ chặn đỡ.

❑ Phân loại ổ trục:



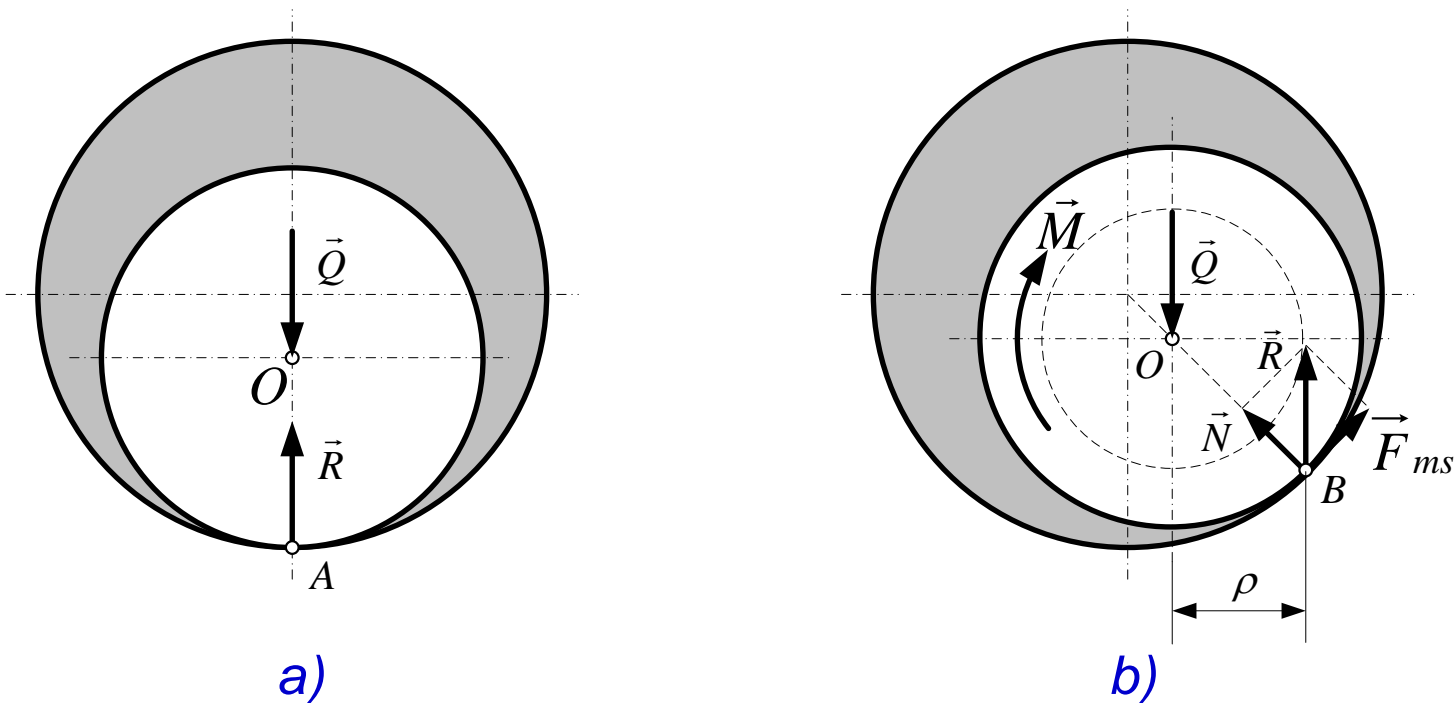
1. Ma sát trên ổ đỡ (1)



Hình 4.11

- Khi ngõng trục đứng yên: \vec{R} cân bằng với \vec{Q}
- Khi tác động vào ngõng trục một moment \vec{M} : $\vec{Q} = -\vec{R}$

1. Ma sát trên ổ đỡ (2)

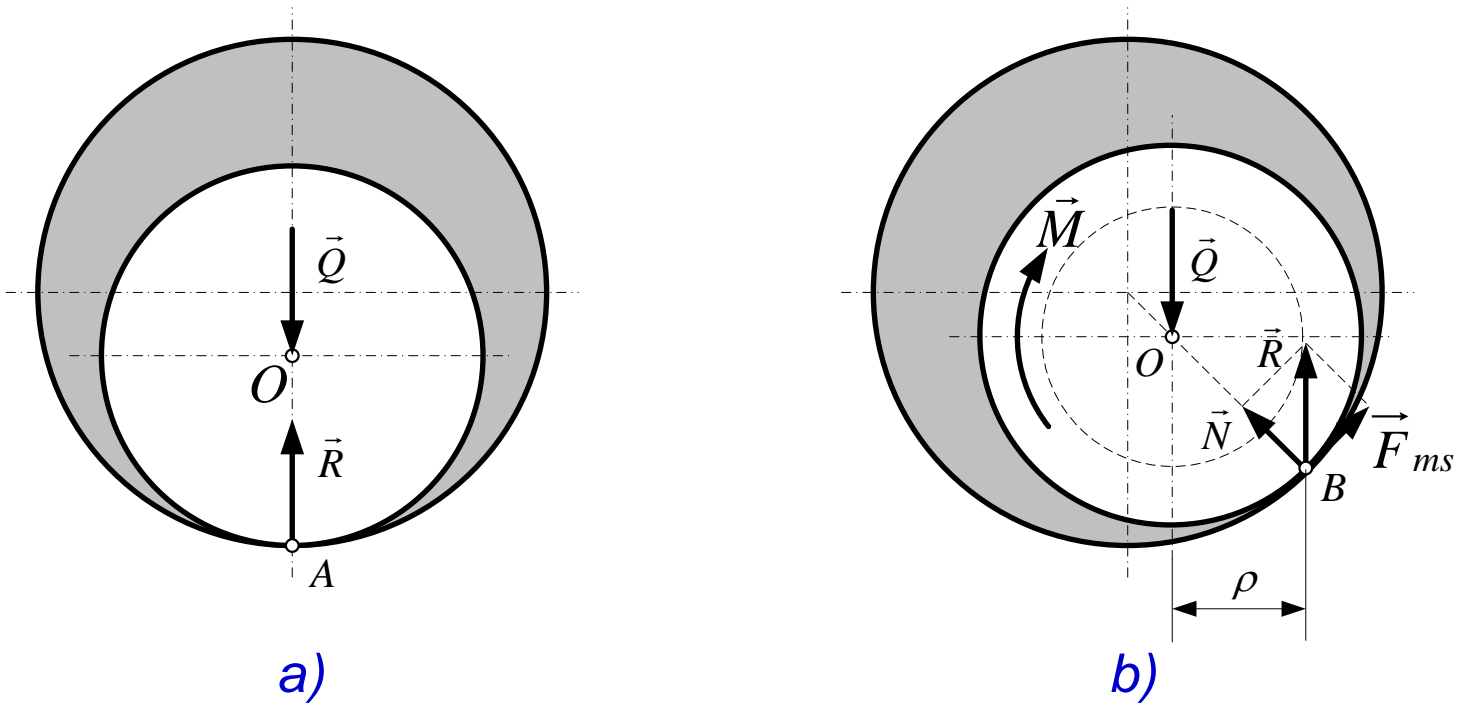


Hình 4.11

■ Phản lực \vec{R} : $\begin{cases} F_{ms} = f \cdot N \\ R^2 = F_{ms}^2 + N^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} N = \frac{1}{\sqrt{1+f^2}} R = \frac{1}{\sqrt{1+f^2}} Q \\ F_{ms} = \frac{f}{\sqrt{1+f^2}} R = \frac{f}{\sqrt{1+f^2}} Q = f' \cdot Q \end{cases}$

$f' = \frac{f}{\sqrt{1+f^2}}$: hệ số ma sát thay thế trên ổ đỡ hỏ.

1. Ma sát trên ổ đỡ (3)



Hình 4.11

- Moment ma sát: $M_{ms} = r.F_{ms} = r.f'.Q$
 $M_{ms} = \rho.R = \rho.Q$
- } $\rightarrow \rho = r.f'$

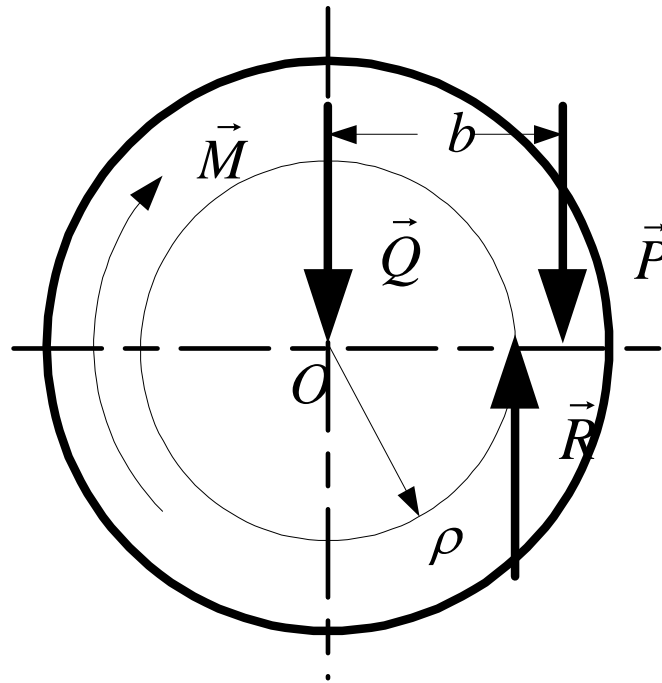
ρ : bán kính vòng ma sát, phụ thuộc vào cấu tạo của ổ.

1. Ma sát trên ổ đỡ (4)

- Thay thế lực đi qua tâm O và moment \vec{M} bằng chính lực \vec{Q} đặt cách tâm O một đoạn b theo quan hệ $bQ = M$.

Vòng tròn ma sát (O, ρ).

- \vec{Q} nằm ngoài vòng tròn ma sát ($b > \rho$): trục quay nhanh dần.

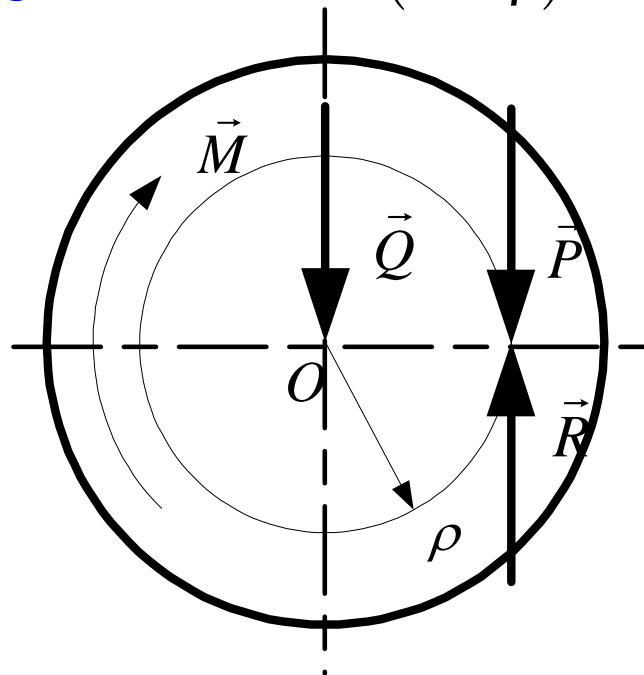


1. Ma sát trên ổ đỡ (4)

- Thay thế lực đi qua tâm O và moment \vec{M} bằng chính lực \vec{Q} đặt cách tâm O một đoạn b theo quan hệ $bQ = M$.

Vòng tròn ma sát (O, ρ).

- \vec{Q} nằm ngoài vòng tròn ma sát ($b > \rho$): trục quay nhanh dần.
- \vec{Q} tiếp xúc với vòng tròn ma sát ($b = \rho$): trục quay đều.

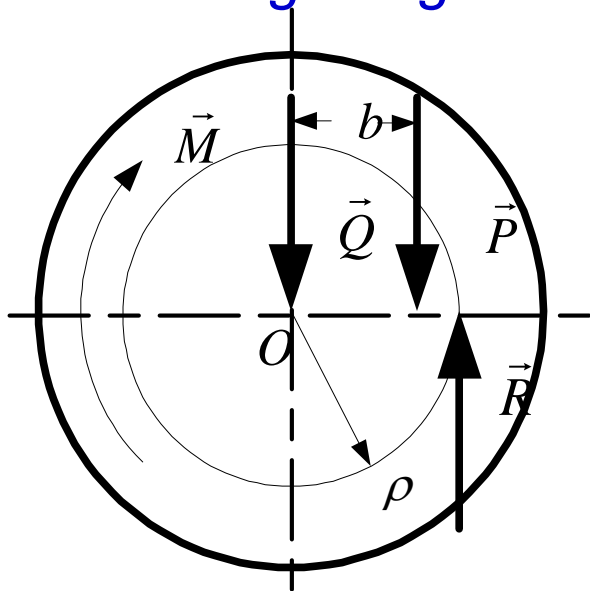


1. Ma sát trên ổ đỡ (4)

- Thay thế lực đi qua tâm O và moment \vec{M} bằng chính lực \vec{Q} đặt cách tâm O một đoạn b theo quan hệ $bQ = M$.

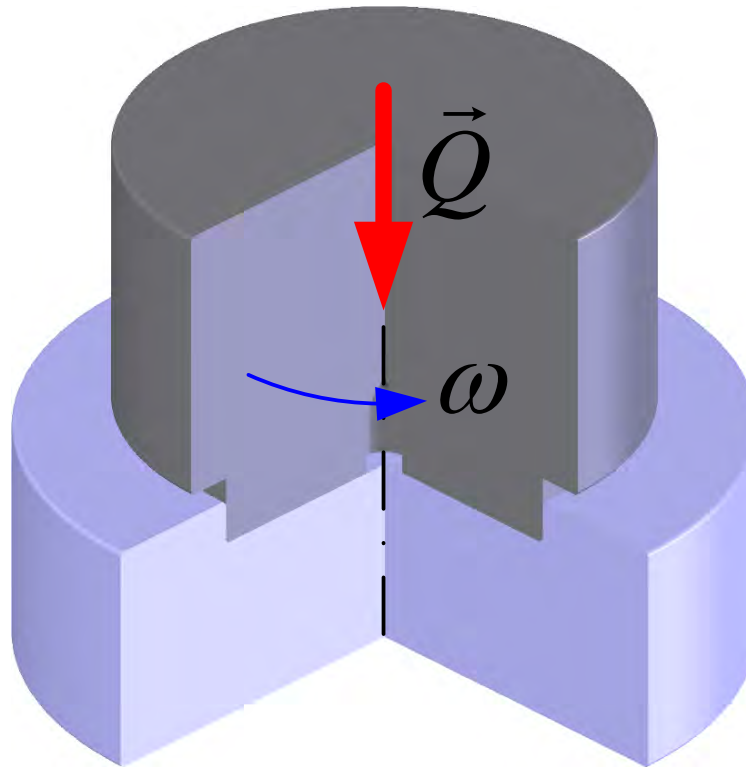
Vòng tròn ma sát (O, ρ).

- \vec{Q} nằm ngoài vòng tròn ma sát ($b > \rho$): trục quay nhanh dần.
- \vec{Q} tiếp xúc với vòng tròn ma sát ($b = \rho$): trục quay đều.
- \vec{Q} nằm trong vòng tròn ma sát ($b < \rho$): trục quay chậm dần rồi dừng lại dù $\vec{Q} \rightarrow \infty$



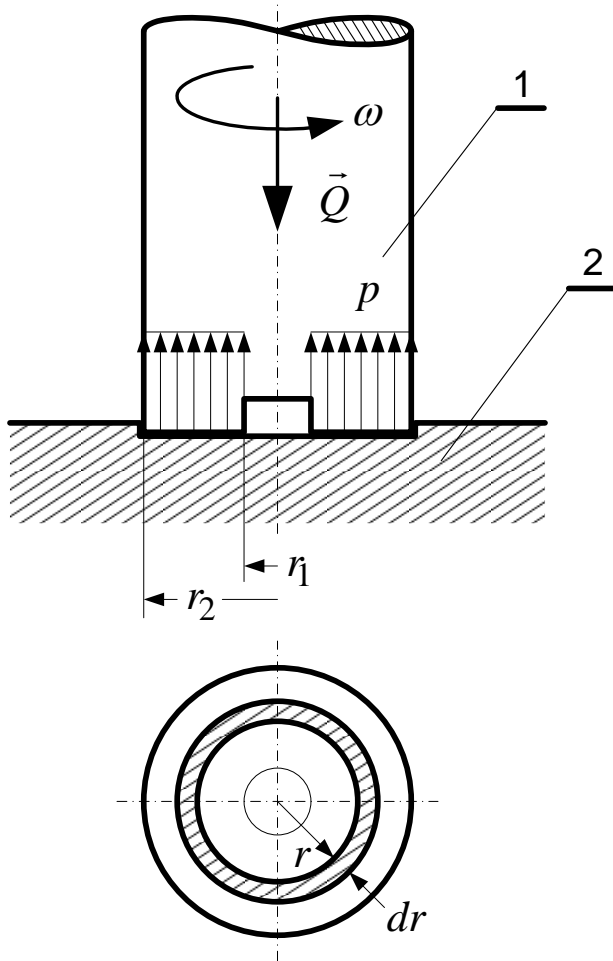
Hiện tượng tự hãm trong ổ đỡ.

2. Ma sát trên ổ chận (1)



2. Ma sát trên ổ chặn (1)

a). Đối với ổ chặn còn mới:



Hình 4.13

- Xét hình vành khăn có bán kính trong r , bề dày dr với diện tích phần tử tiếp xúc là:

$$dS = 2\pi r dr$$

- Áp suất tại vị trí cách tâm trục một đoạn r :

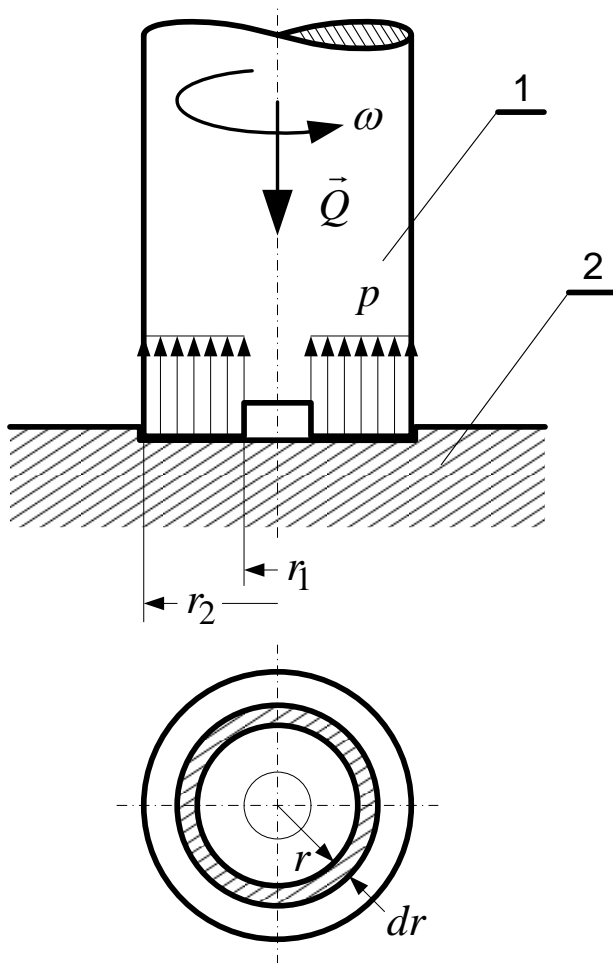
$$p = \frac{Q}{\pi(r_2^2 - r_1^2)}$$

- Phần tử lực tác dụng lên dS :

$$dN = p \cdot dS = \frac{Q}{\pi(r_2^2 - r_1^2)} 2\pi r dr = \frac{2Qr}{(r_2^2 - r_1^2)} dr$$

2. Ma sát trên ổ chận (2)

a). Đối với ổ chận còn mới:



Hình 4.13

- Phân tố lực ma sát tác dụng lên dS :

$$dF_{ms} = f dN = f \frac{2Qr}{(r_2^2 - r_1^2)} dr$$

- Phân tố moment ma sát do phân tố lực ma sát gây ra:

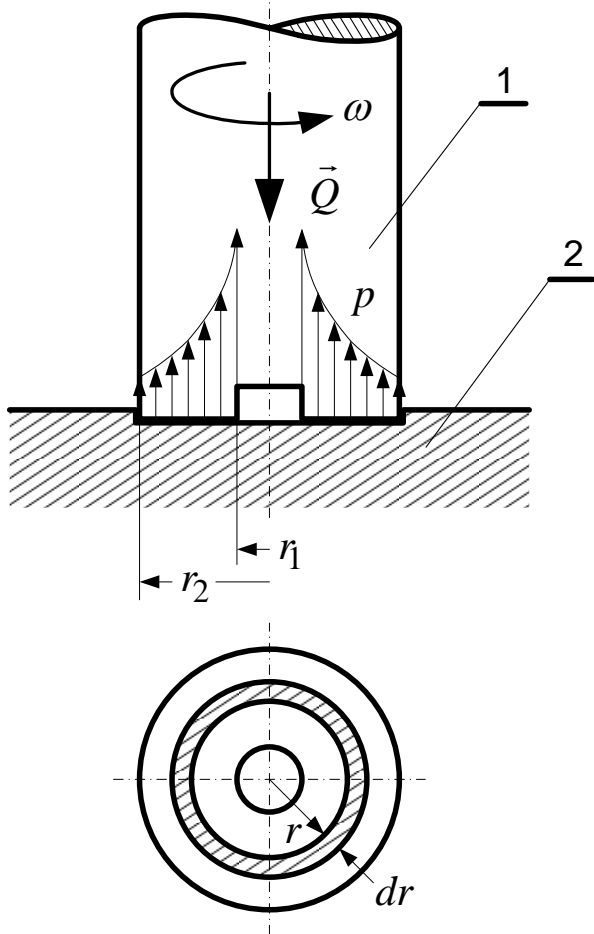
$$dM_{ms} = r \cdot dF_{ms} = r f \frac{2Qr}{(r_2^2 - r_1^2)} dr = f \frac{2Qr^2}{(r_2^2 - r_1^2)} dr$$

- Tổng moment ma sát trên toàn ổ:

$$M_{ms} = \int_{r_1}^{r_2} dM_{ms} = \int_{r_1}^{r_2} f \frac{2Qr^2}{(r_2^2 - r_1^2)} dr = \frac{2}{3} \frac{r_2^3 - r_1^3}{r_2^2 - r_1^2} f Q$$

2. Ma sát trên ổ chặn (3)

b). Đối với ổ chặn đã chạy mòn:



Hình 4.14

- Độ mòn u tỉ lệ thuận với áp suất tiếp xúc p và vận tốc dài $v = \omega r$:

$$u = k p \omega r$$

- Phân bố áp suất: $p = \frac{u}{k \omega r} = \frac{A}{r}$

- Phân tử lực tác dụng lên dS :

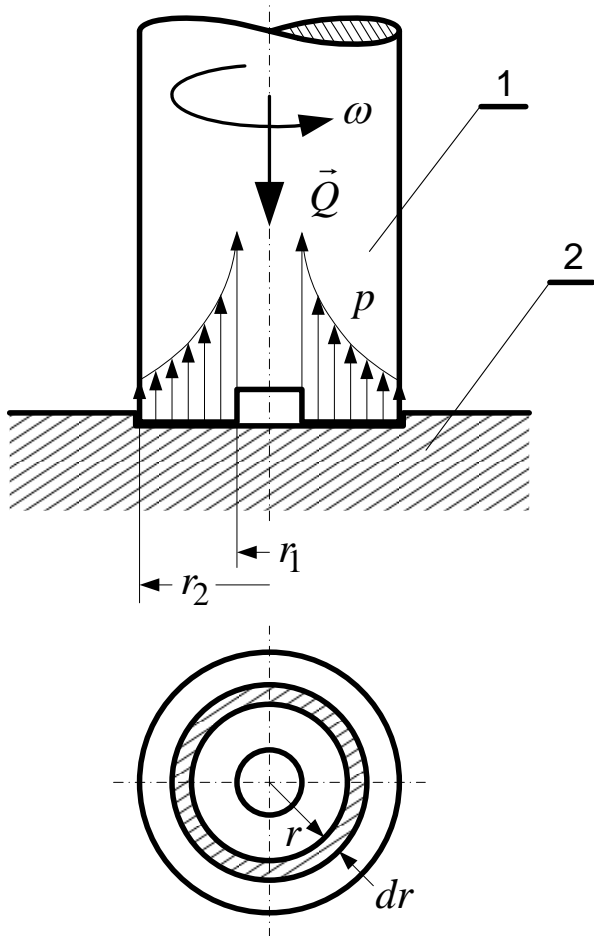
$$dN = p \cdot dS = \frac{A}{r} 2\pi r dr = 2\pi A dr$$

$$\rightarrow Q = \int_{r_1}^{r_2} dN = \int_{r_1}^{r_2} 2\pi A r dr = 2\pi A(r_2 - r_1)$$

$$\rightarrow A = \frac{Q}{2\pi(r_2 - r_1)} \quad \rightarrow p = \frac{Q}{2\pi(r_2 - r_1)r}$$

2. Ma sát trên ổ chận (4)

b). Đối với ổ chận đã chạy mòn:



- Tổng moment ma sát trên toàn ổ:

$$M = \frac{r_2 + r_1}{2} f Q$$

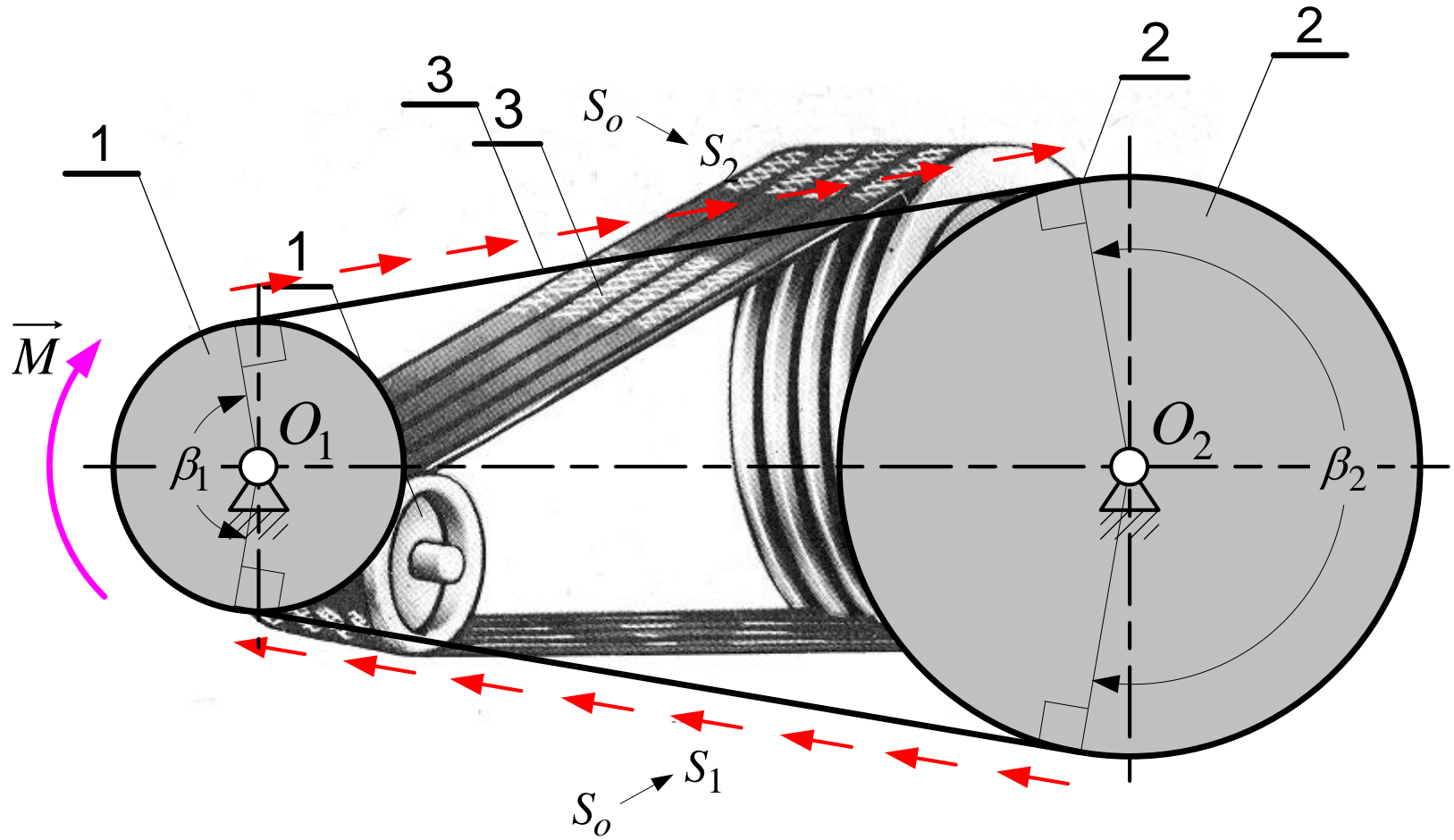
Hình 4.14

4.4. **Ma sát lăn**

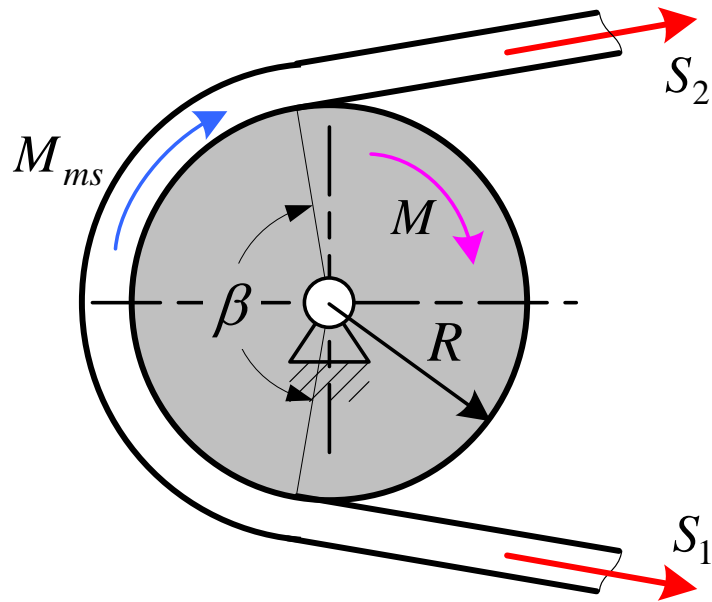
(Ma sát trên khớp cao)

4.5. **Ma sát trên dây đai**

1. Tính moment ma sát giữa bánh đai và dây đai (1)



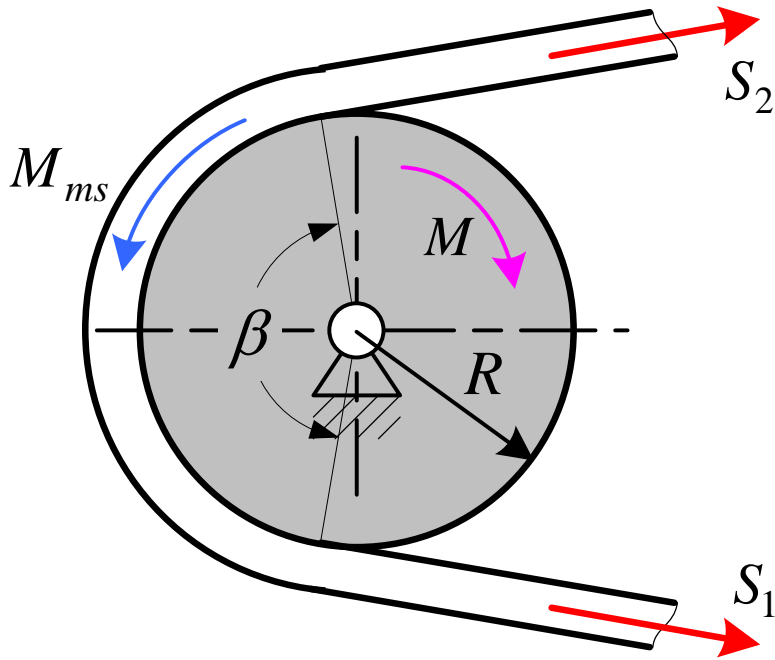
1. Tính moment ma sát giữa bánh đai và dây đai (2)



- Lực tác dụng lên đoạn dây đai:
 - + Sức căng \vec{S}_1
 - + Sức căng \vec{S}_2
 - + Moment ma sát \vec{M}_{ms}
 - + Lực quán tính
- Xem bề dày dây đai rất nhỏ so với các kích thước khác, điều kiện cân bằng của dây đai là:

$$M_{ms} = R(S_1 - S_2)$$

1. Tính moment ma sát giữa bánh đai và dây đai (3)



- Theo công thức Euler:

$$S_1 = S_2 e^{f\beta}$$

- Giả thiết sự biến thiên sức căng trên hai nhánh của dây đai như nhau Euler:

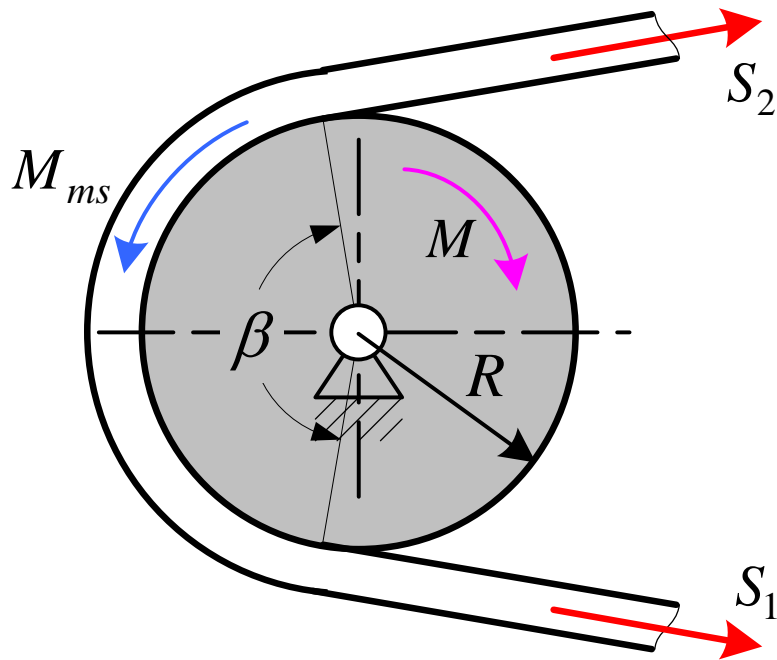
$$S_0 - S_2 = S_1 - S_0$$

$$\rightarrow 2S_0 = S_1 + S_2$$

$$\rightarrow S_2 = \frac{2S_0}{e^{f\beta} + 1}$$

- Moment ma sát: $M_{ms} = R(S_1 - S_2) \leftrightarrow M_{ms} = 2RS_0 \frac{e^{f\beta} - 1}{e^{f\beta} + 1}$

1. Tính moment ma sát giữa bánh đai và dây đai (4)



- Nếu kể cả lực quán tính của dây đai thì công thức Euler là:

$$S_1 - \gamma v^2 = (S_2 - \gamma v^2) e^{f\beta}$$

- Moment ma sát:

$$M_{ms} = 2R \frac{e^{f\beta} - 1}{e^{f\beta} + 1} (S_0 - \gamma v^2)$$

γ : khối lượng trên 1đvcd dây đai.

v : vận tốc của dây đai.

- Điều kiện để bộ truyền đai làm việc được: $v < v_{\text{giới hạn}} = \sqrt{\frac{S_0}{\gamma}}$

- Giá trị M_{ms} nhỏ hơn là giá trị mà bộ truyền đai có thể truyền được.

2. Các biện pháp kỹ thuật tăng khả năng tải của bộ truyền đai (1)

- Để tăng khả năng tải của bộ truyền đai, ta có thể tăng M_{ms} bằng các biện pháp sau:
 - **Tăng S_0** → *Lực tác dụng lên trục tăng.*
 - **Tăng R** → *Bộ truyền công kênh.*
 - **Tăng f :**
 - Chọn vật liệu dây đai và bánh đai là những loại vật liệu có hệ số ma sát lớn.
 - Dùng đai thang, rắc chất tăng ma sát lên chỗ tiếp xúc giữa dây đai và bánh đai.

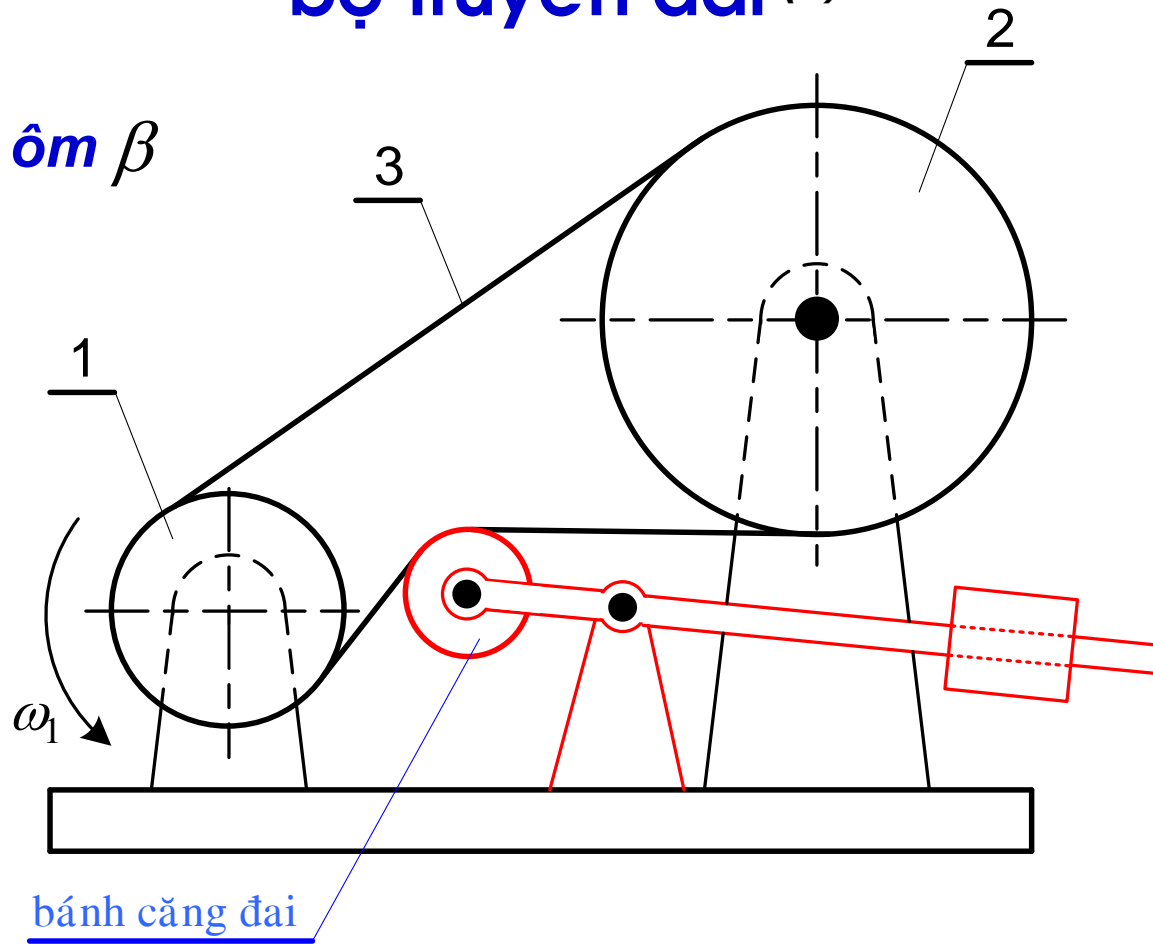
2. Các biện pháp kỹ thuật tăng khả năng tải của bộ truyền đai (2)

➤ *Tăng góc ôm β*

- **Chọn chiều quay** sao cho nhánh căng ở dưới, nhánh chùng ở trên.
- **Tăng khoảng cách trục**, nhưng không nên quá lớn vì khi khoảng cách trục lớn thì dây đai rung nhiều và làm tăng kích thước bộ truyền.
- **Chọn đường kính hai bánh đai**: đường kính hai bánh đai không được chênh lệch nhau nhiều (nên chọn tỉ số truyền không lớn quá).

2. Các biện pháp kỹ thuật tăng khả năng tải của bộ truyền đai (2)

➤ Tăng góc ôm β



- **Dùng bánh căng đai:** dây đai bị uốn theo hai chiều nên mau hư vì mỏi. Bánh căng đai bao giờ cũng bố trí gần bánh đai nhỏ và trên nhánh chùng.