

Chương 8

Ổ TRƯỢT

CBGD: TS. Bùi Trọng Hiếu

NỘI DUNG

8.1. KHÁI NIỆM CHUNG

8.2. VẬT LIỆU CHẾ TẠO LÓT Ổ

8.3. NGUYÊN LÝ BÔI TRƠN THỦY ĐỘNG

8.4. CÁC DẠNG HỎNG VÀ CHỈ TIÊU TÍNH

8.5. TÍNH TOÁN Ổ TRƯỢT BÔI TRƠN MA SÁT NỬA

8.6. ^{ƯỚT}TÍNH TOÁN Ổ TRƯỢT BÔI TRƠN MA SÁT

8.7. ^{ƯỚT}TÍNH TOÁN NHIỆT

8.8. TRÌNH TỰ TÍNH TOÁN Ổ TRƯỢT

8.1. KHÁI NIỆM CHUNG

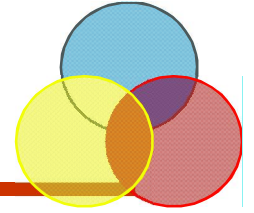
8.1.1. *Cấu tạo*

8.1.2. *Phân loại*

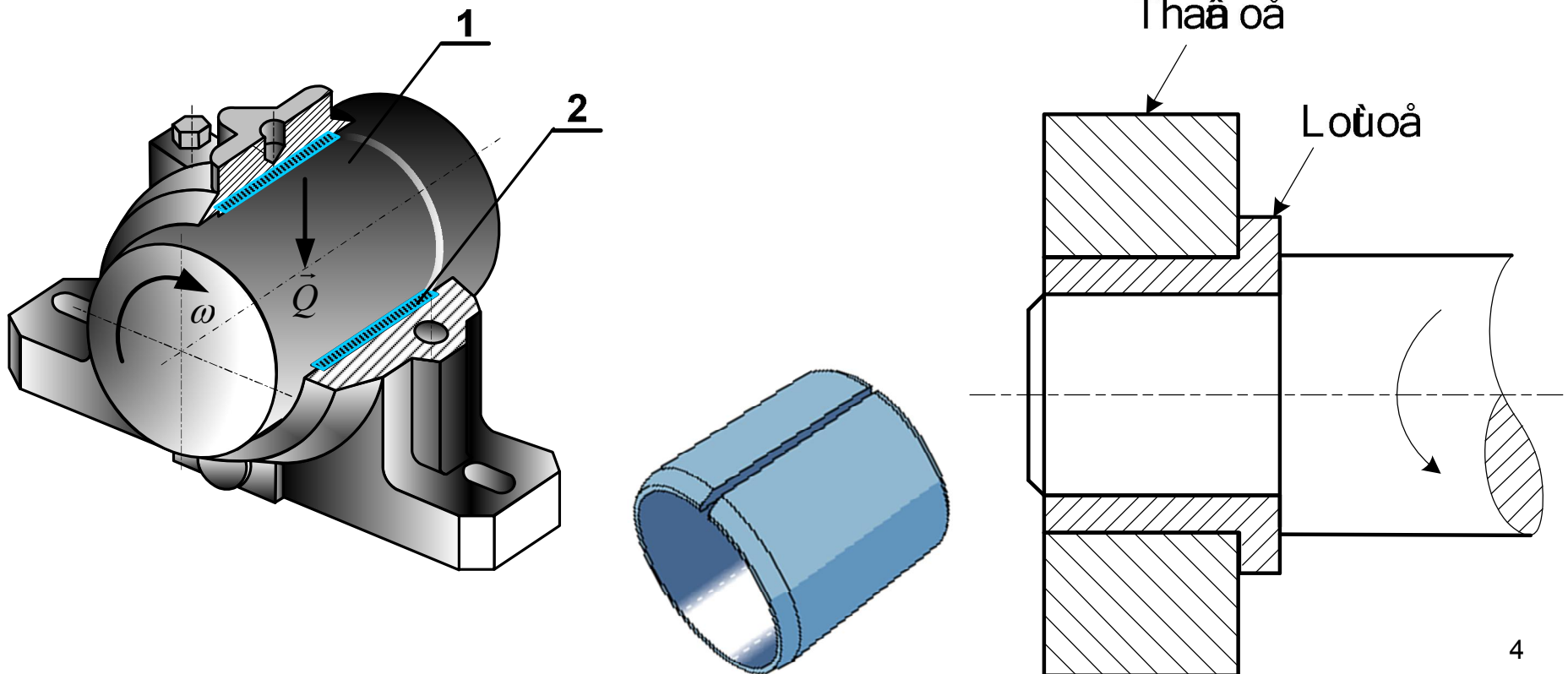
8.1.3. *Kết cấu ổ trượt*

8.1.4. *Ưu, nhược điểm và phạm vi sử dụng*

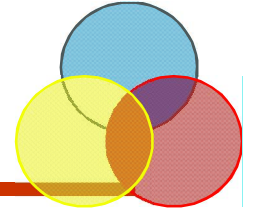
8.1. KHÁI NIỆM CHUNG



- a. **Cấu tạo:** dùng để đỡ trục và các chi tiết quay, đảm bảo chuyển động quay và đỡ tải trọng tác dụng lên các chi tiết trên, giảm ma sát giữa phần quay và phần không quay.

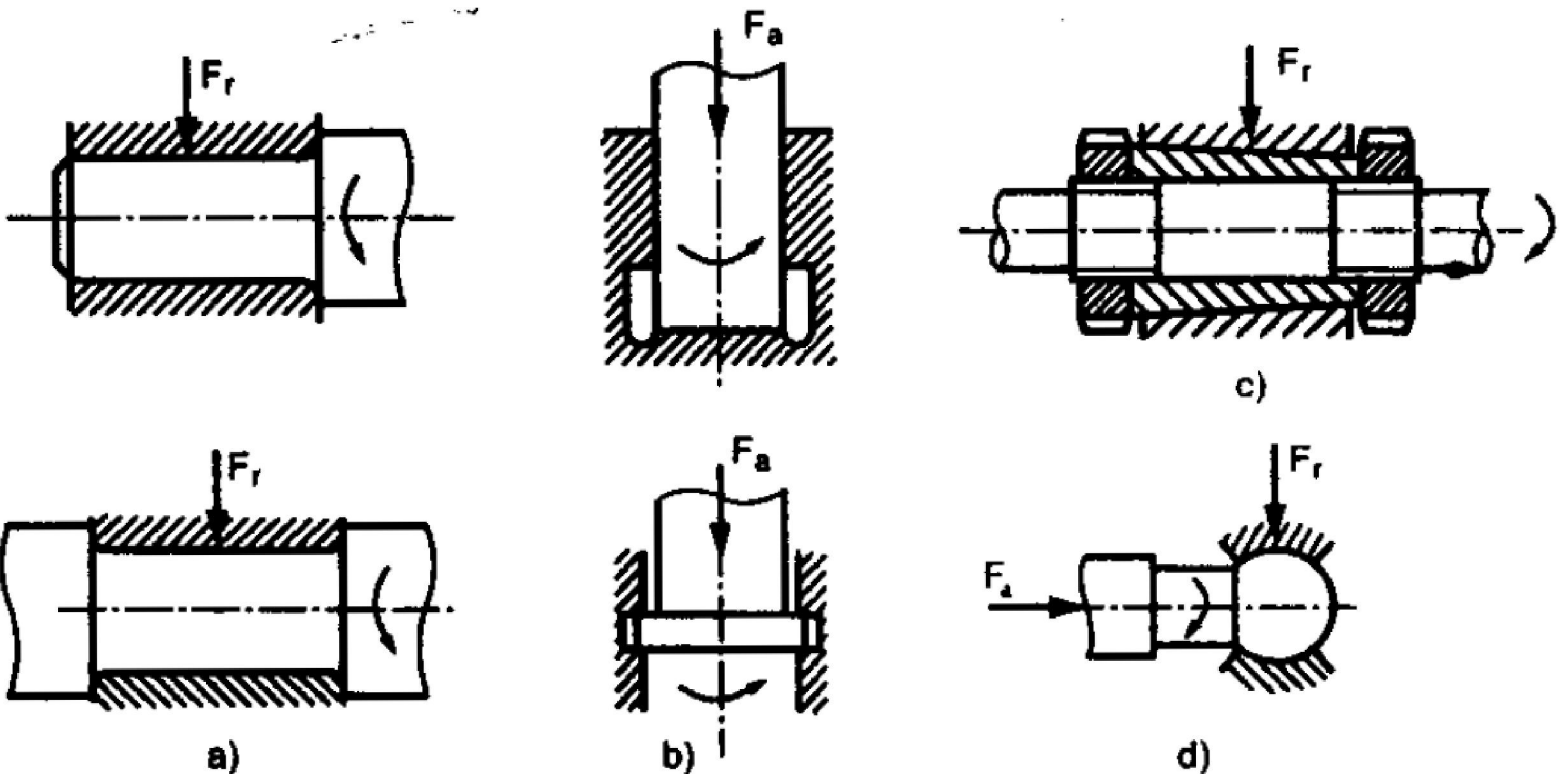


8.1. KHÁI NIỆM CHUNG

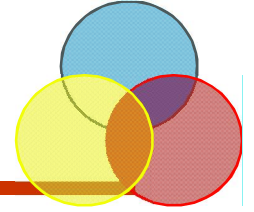


b. Phân loại:

- Theo hình dạng bề mặt làm việc: *mặt trụ, mặt phẳng, mặt nĩn, mặt cầu.*



8.1. KHÁI NIỆM CHUNG

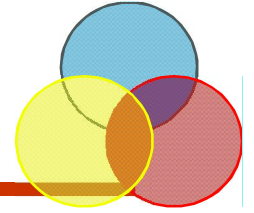


b. Phân loại:

● Theo khả năng chịu tải trọng:

- Ổ đỡ: chịu được lực hướng tâm và một phần nhỏ lực dọc trục.
- Ổ đỡ chặn: chịu được cả lực hướng tâm lẫn lực dọc trục.
- Ổ chặn: chịu được lực dọc trục.

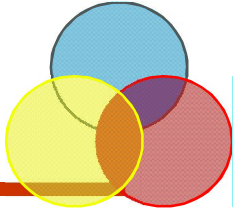
8.1. KHÁI NIỆM CHUNG



b. Phân loại:

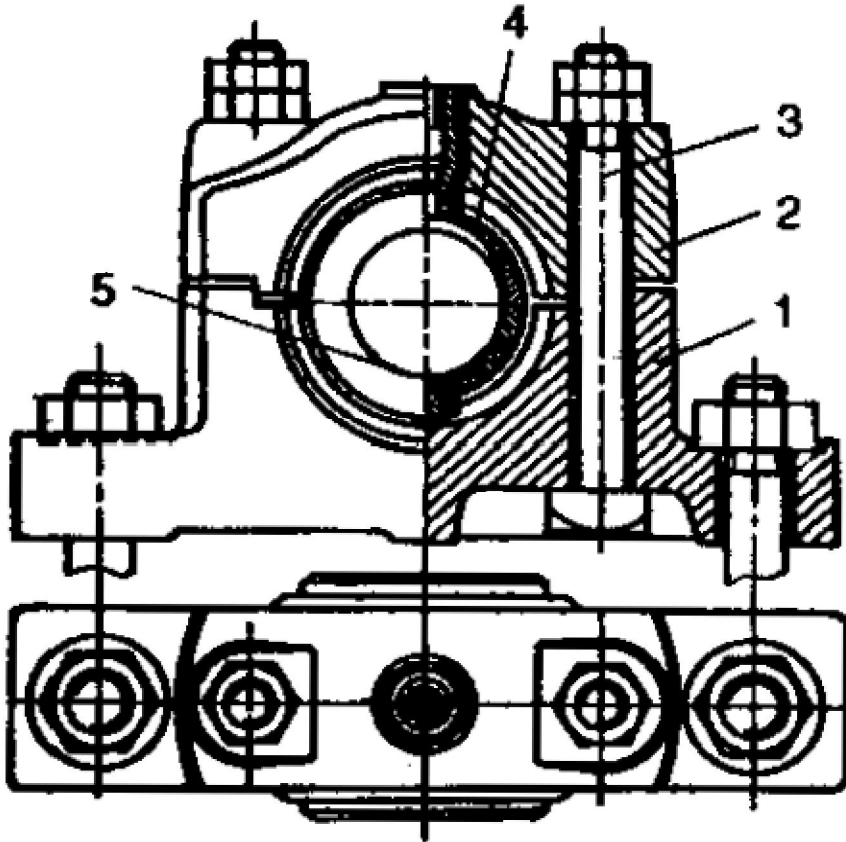
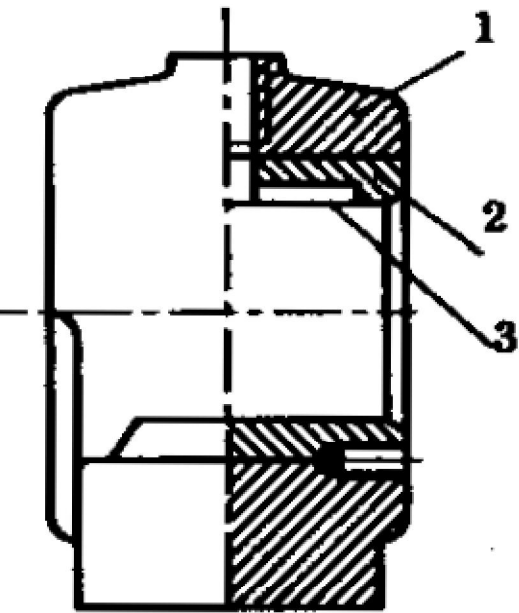
● Theo phương pháp bôi trơn:

- *Ổ bôi trơn thủy*: thủy động hoặc thủy tĩnh.
- *Ổ bôi trơn khí* : tạo áp suất trên bề mặt làm việc bằng khí nén.
- *Ổ bôi trơn từ* : bề mặt làm việc tiếp xúc với nhau nhờ từ tính.

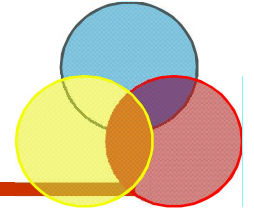


8.1. KHÁI NIỆM CHUNG

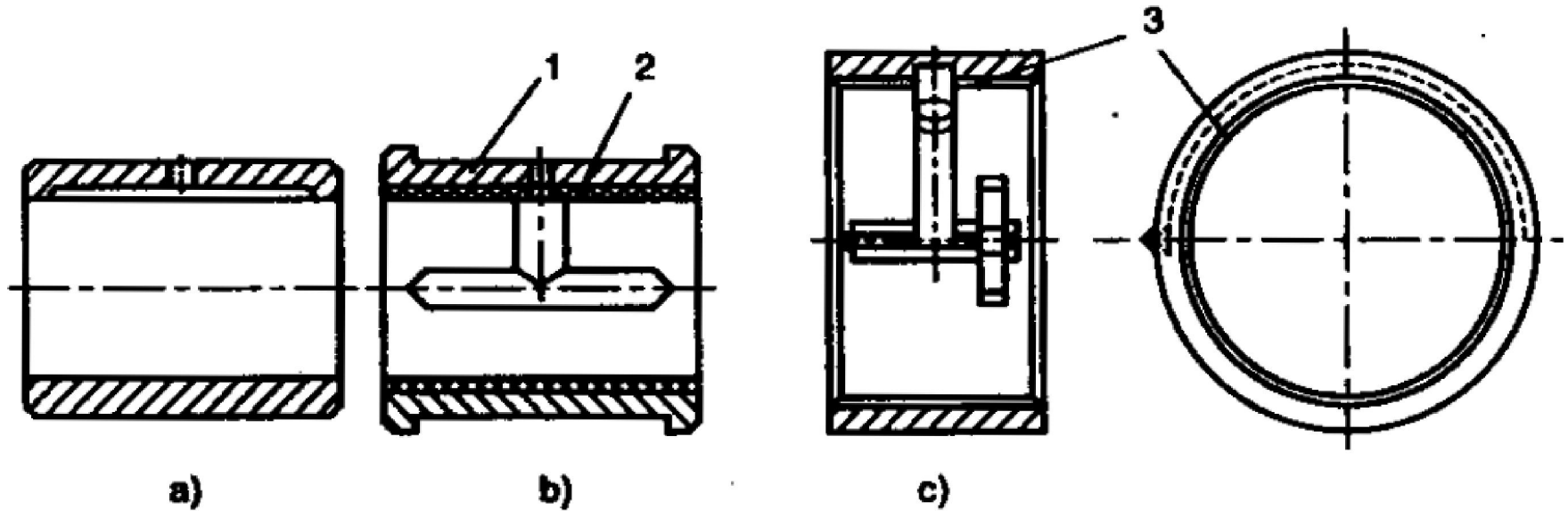
c. Kết cấu ổ trượt:



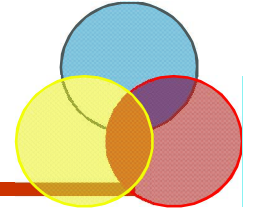
8.1. KHÁI NIỆM CHUNG



c. Kết cấu ổ trượt:



8.1. KHÁI NIỆM CHUNG

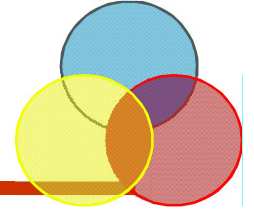


d. Ưu, nhược điểm và phạm vi sử dụng:

● Ưu điểm:

- Làm việc ở độ tin cậy cao khi vận tốc lớn (nếu dùng ổ lăn thì tuổi thọ của ổ thấp).
- Chịu được tải trọng động và va đập nhờ khả năng giảm chấn của màng dầu bôi trơn.
- Làm việc êm.
- Khi trục quay chậm thì kết cấu của ổ trượt rất đơn giản.
- Kích thước hướng kính tương đối nhỏ.

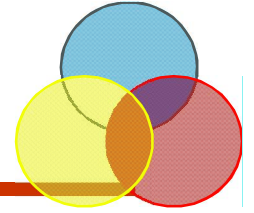
8.1. KHÁI NIỆM CHUNG



d. Ưu, nhược điểm và phạm vi sử dụng:

● Nhược điểm:

- Kích thước dọc trục tương đối lớn.
- Yêu cầu chăm sóc, bảo dưỡng thường xuyên, chi phí lớn cho dầu bôi trơn.
- Tổn thất lớn về ma sát khi mở máy, dừng máy và khi bôi trơn không tốt.

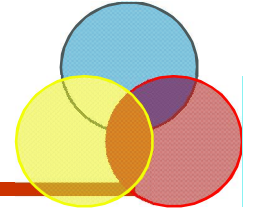


8.1. KHÁI NIỆM CHUNG

d. Ưu, nhược điểm và phạm vi sử dụng:

● Phạm vi sử dụng:

- Khi trục quay với vận tốc cao ($v > 30m/s$). Nếu dùng ổ lăn, tuổi thọ của ổ sẽ thấp.
- Khi trục quay chậm, không quan trọng, rẻ tiền.
- Trong các máy chính xác, đòi hỏi độ chính xác hướng kính và khả năng điều chỉnh khe hở (trục chính máy công cụ).

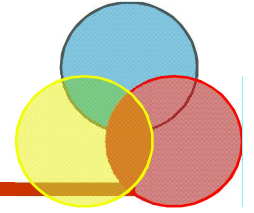


8.1. KHÁI NIỆM CHUNG

d. Ưu, nhược điểm và phạm vi sử dụng:

● Phạm vi sử dụng:

- Khi ổ làm việc trong những điều kiện đặc biệt (trong nước, trong môi trường ăn mòn...) vì cơ thể chế tạo ổ trượt bằng các vật liệu như cao su, gỗ, chất dẻo... thích hợp với môi trường.
- Khi cần phải dùng ổ ghép để dễ tháo lắp (ổ trên trục khuỷu).
- Khi tải trọng va đập và dao động (ổ trượt làm việc tốt nhờ khả năng giảm chấn của màng dầu).



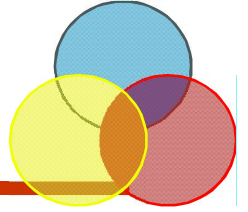
8.1. KHÁI NIỆM CHUNG

d. Ưu, nhược điểm và phạm vi sử dụng:

● Phạm vi sử dụng:

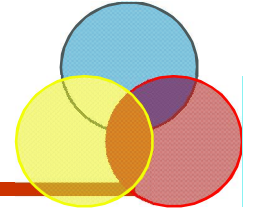
- Khi khoảng cách giữa các trục quá gần.
- Khi đường kính ngõng trục quá lớn (năm ngôi tiêu chuẩn ổ lăn hoặc nếu chế tạo ổ lăn thì giá thành sẽ rất cao).

8.2. VẬT LIỆU CHẾ TẠO LÓT Ổ



(Sinh viên tự đọc)

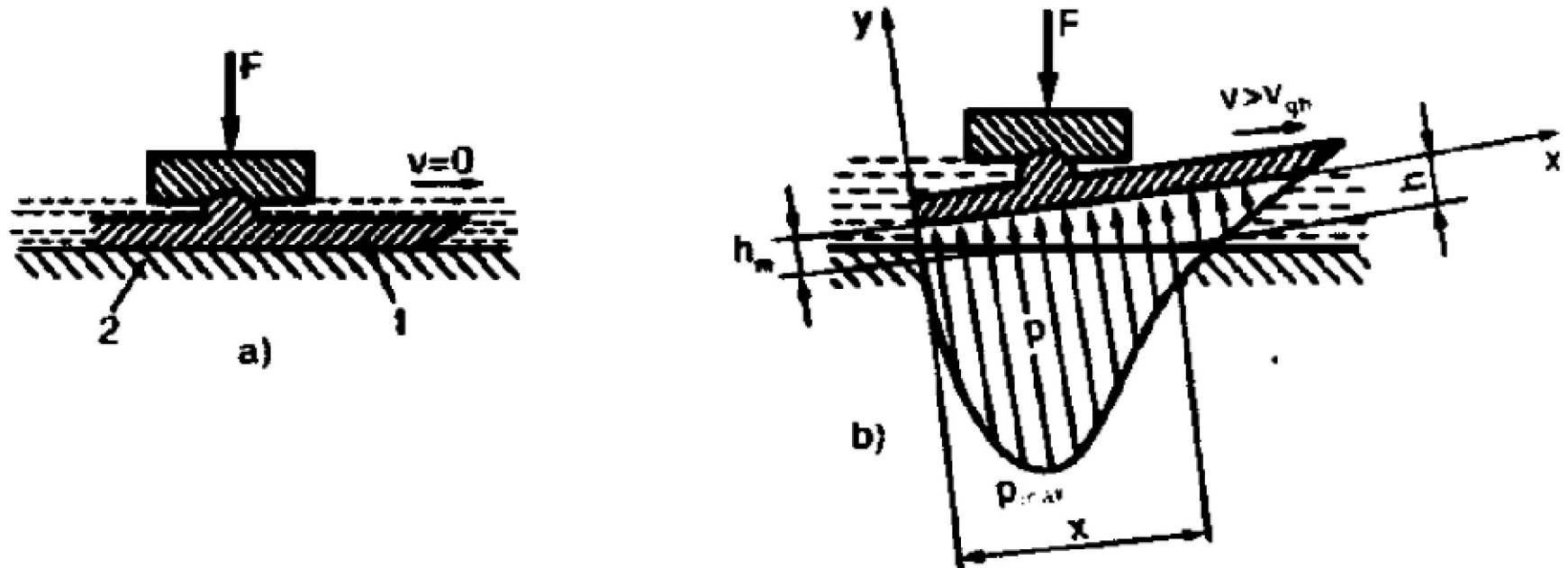
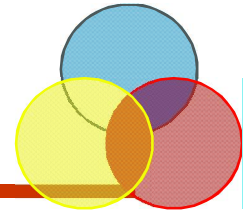
8.3. NGUYÊN LÝ BÔI TRƠN THỦY ĐỘNG



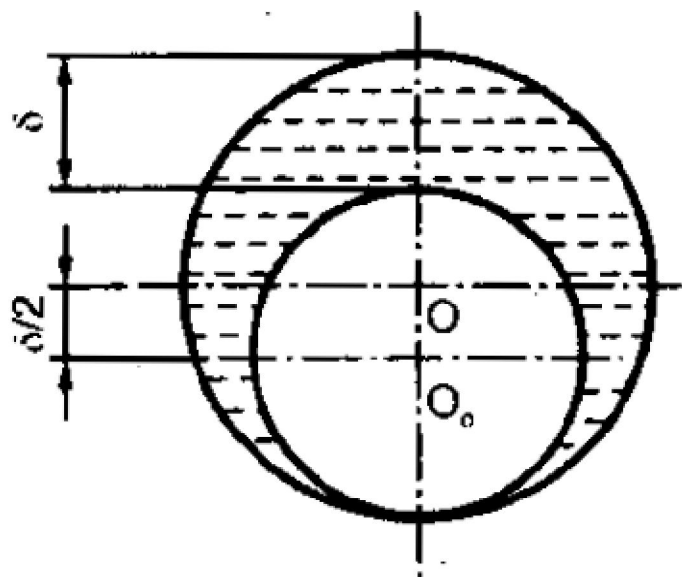
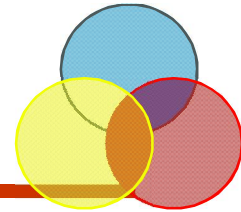
a. Các dạng ma sát trong ổ trượt:

- *Ma sát khô:* ma sát giữa hai bề mặt tuyệt đối sạch tiếp xúc với nhau không có dầu bôi trơn (chỉ có trong điều kiện thí nghiệm). Hệ số ma sát $f = 0,4 \div 1$.
- *Ma sát nửa khô:* ma sát giữa hai bề mặt tiếp xúc với nhau không có dầu bôi trơn (ma sát trong bộ truyền đai, phanh...). Hệ số ma sát $f = 0,1 \div 0,4$.
- *Ma sát ướt:* ma sát giữa hai bề mặt không tiếp xúc trực tiếp với nhau, ngăn cách bởi lớp dầu bôi trơn (ma sát trong ổ trượt...). Hệ số ma sát $f = 0,001 \div 0,008$.
- *Ma sát nửa ướt:* ma sát giữa hai bề mặt tiếp xúc trực tiếp với nhau và có dầu bôi trơn (ma sát trong ổ trượt có dầu, mỡ...). Hệ số ma sát $f = 0,01 \div 0,1$.

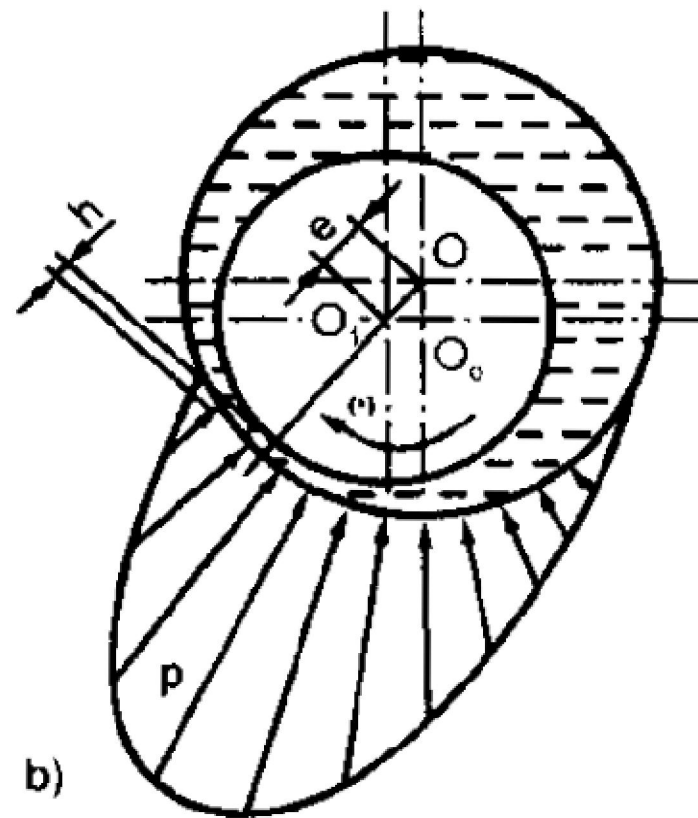
8.3. NGUYÊN LÝ BÔI TRƠN THỦY ĐỘNG



8.3. NGUYÊN LÝ BÔI TRƠN THỦY ĐỘNG



a)



b)



8.4. CÁC DẠNG HỎNG VÀ CHỈ TIÊU TÍNH

8.4.1. CÁC DẠNG HỎNG

8.4.2. CHỈ TIÊU TÍNH

8.4.1. CÁC DẠNG HỎNG

- **Mịn**: lĩt ổ và ngõng trục bị mịn khi trong ổ không hình thành được lớp dầu bôi trơn ngăn cách hai bề mặt làm việc. Đối với các ổ được tính toán đảm bảo bôi trơn ma sát ướt, mịn cũng xảy ra khi đĩng máy và mở máy, vì trong các giai đoạn này vận tốc chưa đủ lớn để tạo thành lớp bôi trơn thủy động. Nếu trong dầu cũ lẫn nhiều bụi mài thì lĩt ổ và ngõng trục càng bị mịn nhanh.
- **Dĩnh**: thường xảy ra do áp suất và nhiệt độ cục bộ trong ổ lớn, lớp dầu bôi trơn không hình thành được khiến lĩt ổ và ngõng trục trực tiếp tiếp xúc với nhau.

8.4.1. CÁC DẠNG HỎNG

- **Mỏi rỗ**: khi chịu tải trọng thay đổi lớn, lớp bề mặt lõi ổ cĩ thể hỏng vì mỏi rỗ (*lĩ ổ trong các máy cĩ piston, máy rung, máy va đập...*).
- **Biến dạng nhiệt**: xảy ra đối với các ổ cĩ khe hở nhỏ, gây kẹt ngõng trục và làm hỏng ổ.

8.4.2. CHỈ TIÊU TÍNH

- Để tránh các dạng hỏng kể trên, tốt nhất là cho ổ trượt làm việc với chế độ bôi trơn ma sát ướt. Vì vậy, *tính toán bôi trơn ma sát ướt* là tính toán cơ bản đối với ổ trượt.
- Trong thực tế cịn dùng phương pháp tính qui ước ổ trượt theo áp suất cho phép $[p]$ và tích số giữa áp suất với vận tốc cho phép $[pv]$ để ổ trượt cũ thể làm việc trong trường hợp ma sát nửa ướt hoặc nửa khơ.
- Ngoài ra, do hai bề mặt tiếp xúc nhau, khi làm việc sẽ sinh ra nhiệt, nên ta cần *tính toán nhiệt cho ổ trượt*.

8.5. TÍNH TOÁN Ổ TRƯỢT BÔI TRƠN MA SÁT NỬA ƯỚT

Tính toán cho các ổ làm việc với số vịnh quay thấp, thường xuyên dừng mở máy, máy làm việc ở chế độ không ổn định, bôi trơn không tốt...

- **Tính theo áp suất cho phép:** (*trường hợp ổ quay chậm, bôi trơn gián đoạn*)

$$p = \frac{F_r}{d.l}$$

8.5. TÍNH TOÁN Ổ TRƯỢT BÔI TRƠN MA SÁT NỬA ƯỚT

- **Tính theo tích số pv** : (trường hợp ổ làm việc với vận tốc trung bình)

$$pv \leq [pv]$$

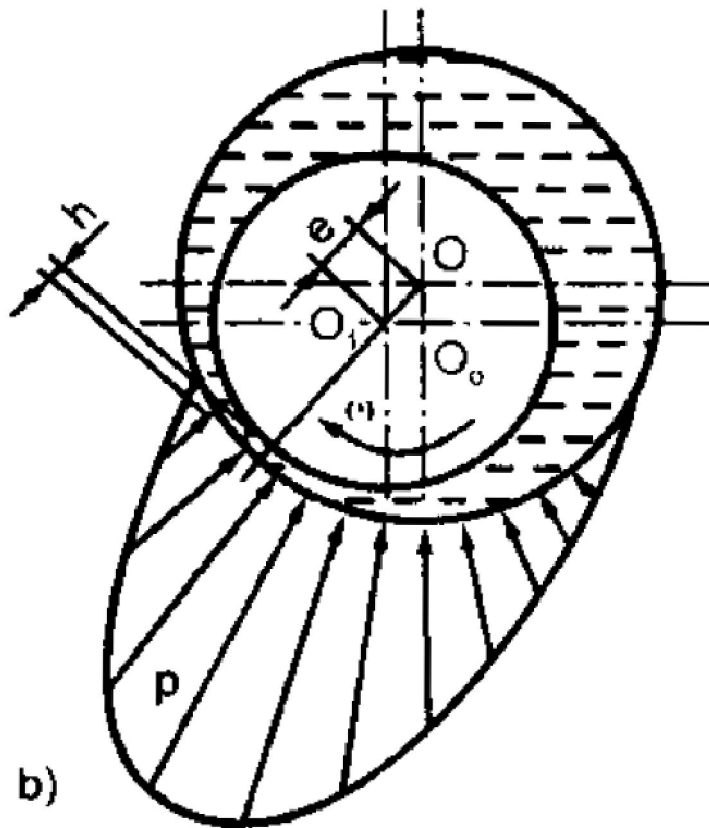
$$\longleftrightarrow \frac{F_r}{d.l} \cdot \frac{\pi.d.n}{6.10^4} \leq [pv]$$

$$\longleftrightarrow \frac{F_r.n}{19100.l} \leq [pv]$$

Đối với lót ổ làm bằng gang và đồng thanh: $[p] = 2 \div 6 \text{ Mpa}$; $[pv] = 4 \div 8 \text{ Mpa.m/s}$

Vật liệu là babbit: $[p] = 5 \div 15 \text{ Mpa}$; $[pv] = 5 \div 15 \text{ Mpa.m/s}$

8.6. TÍNH TOÁN Ổ TRƯỢT BÔI TRƠN MA SÁT ƯỚT



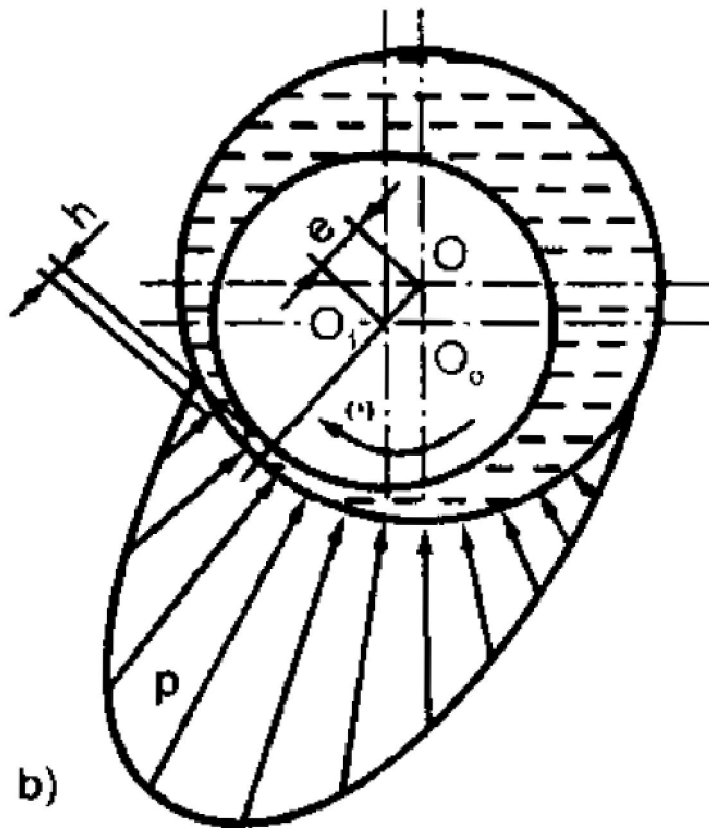
- Độ hở hướng kính:

$$\delta = d_2 - d_1$$

- Độ hở tương đối:

$$\psi = \frac{d_2 - d_1}{d} = \frac{\delta}{d}$$

8.6. TÍNH TOÁN Ổ TRƯỢT BÔI TRƠN MA SÁT ƯỚT



- Độ lệch tâm tuyệt đối:

$$e = O_1O_2$$

- Độ lệch tâm tương đối:

$$\chi = \frac{2e}{\delta}$$

- Khe hở cực tiểu:

$$h_{\min} = \frac{\delta}{2}(1 - \chi)$$

8.6. TÍNH TOÁN Ổ TRƯỢT BÔI TRƠN MA SÁT ƯỚT

- Từ pt Reynolds ta chứng minh được công thức:

$$F_r \leq \frac{\mu \cdot \omega}{\psi^2} l \cdot d \cdot \phi$$

$\mu = \mu_0 \left(\frac{t_0}{t} \right)^m$ với μ_0 là độ nhớt ở nhiệt độ tiêu chuẩn và $m = 2,6 \div 3$ (tùy loại dầu),

ω : vận tốc góc của ổ trục (*rad/s*),

$\psi = 0,8 \cdot 10^{-3} \cdot v^{0,25}$ với vận tốc v (*m/s*), (có thể chọn theo kinh nghiệm),

l, d : chiều dài lót ổ và đường kính ổ trục (*m*),

ϕ : hệ số khả năng tải, $\phi = \frac{m' \chi}{1 - \chi}$ với m' tra bảng trang 426, tài liệu [1].

8.7. TÍNH TOÁN NHIỆT

Nhiệt độ tăng lên làm giảm độ nhớt động lực của dầu bôi trơn, dẫn đến khả năng tải của lớp dầu bôi trơn giảm đi. Tính tổn nhiệt xuất phát từ phương trình cân bằng nhiệt:

$$Q = Q_{t_1} + Q_{t_2}$$

● Q : Nhiệt lượng sinh ra trong 1 giây:

$$Q = F_r \cdot v \cdot f \cdot 10^{-3} \quad (kW)$$

trong đó, F_r : lực hướng tâm (N),
 v : vận tốc vòng (m/s),
 f : hệ số ma sát.

8.7. TÍNH TOÁN NHIỆT

$$Q = Q_{t_1} + Q_{t_2}$$

- Q_{t_1} : Nhiệt lượng thốt ra theo dầu chảy qua ổ trong 1s.

$$Q_{t_1} = C \cdot \gamma_0 \cdot q \cdot \Delta t$$

trong đó, C : nhiệt dung riêng của dầu, $C = 1,7 \div 2,1$ ($\text{kJ/kg}^{\circ}\text{C}$),
 γ_0 : khối lượng riêng của dầu, $\gamma_0 = 850 \div 900$ (kg/m^3),
 q : lưu lượng dầu chảy qua ổ trong 1 giây (m^3/s),
 Δt : sự thay đổi nhiệt độ của dầu $^{\circ}\text{C}$.

8.7. TÍNH TOÁN NHIỆT

$$Q = Q_{t_1} + Q_{t_2}$$

- Q_{t_2} : Nhiệt lượng thất qua trực và thân ổ trong 1s.

$$Q_{t_2} = K_T \cdot \pi \cdot l \cdot d \cdot \Delta t + K_T \cdot A \cdot \Delta t + K_T \cdot \pi \cdot l \cdot d + K_T \cdot A$$

$K_T = 0,04 \div 0,08$: hệ số thoát nhiệt qua trực và thân ổ ($kW/m^2 \cdot ^\circ C$).

8.7. TÍNH TOÁN NHIỆT

- Từ pt cân bằng nhiệt, ta có:

$$\Delta t = t_r - t_v = \frac{f \cdot F_r \cdot \nu}{1000 \cdot (C \cdot \gamma \cdot q + K_T \cdot \pi \cdot l \cdot d + K_T \cdot A)}$$

- Nhiệt độ trung bình của dầu:

$$t = \frac{t_v + t_r}{2} = t_v + \frac{\Delta t}{2}$$

- Nhiệt độ dầu ở cửa ra:

$$t_r = t_v + \Delta t$$

Thông thường $t_v = 35 \div 45^\circ\text{C}$; $t_r = 80 \div 100^\circ\text{C}$ và $t = 45 \div 75^\circ\text{C}$.

8.8. TRÌNH TỰ TÍNH TOÁN Ổ TRƯỢT

Thông số đầu vào:

- Tải trọng tác dụng lên ổ F_r .
- Số vòng quay của ổ.
- Đường kính ngõng trục.
- Chiều dài ổ, loại dầu bôi trơn.
- Nhiệt độ dầu ở cửa vào (nhiệt độ môi trường).