

Chương 7.

BƠM PISTON

Nội dung

- I. Sơ đồ cấu tạo, nguyên lý làm việc, phân loại**
- II. Lưu lượng**
- III. Cột áp quán tính, áp suất của bơm**
- IV. Khắc phục hiện tượng không ổn định của CĐ chất lỏng**
- V. Đường đặc tính của bơm**

I. Sơ đồ cấu tạo, nguyên lý làm việc, phân loại

1. Sơ đồ cấu tạo, nguyên lý làm việc

- **Piston** chuyển động tịnh tiến trong **xylanh**
- Hai quá trình **hút** và **đẩy** thực hiện **luân phiên** tương ứng với 2 quá trình chuyển động trong một **chu kỳ** nhờ **hai van** hút và đẩy
- Hoạt động không cần môi, phạm vi áp suất cao

2. Phân loại:

- Số lần tác dụng trong một chu kỳ: tác dụng đơn, kép, ba lần, ... n lần
- Đặc điểm kết cấu của piston: Bơm đĩa, Bơm trụ...

I. Sơ đồ cấu tạo, nguyên lý làm việc, phân loại

2. Phân loại:

- Số lần tác dụng trong một chu kỳ: tác dụng đơn, kép, ba lần, ... n lần
- Đặc điểm kết cấu của piston: Bơm đĩa, Bơm trụ...

- Theo áp suất: Thấp, Trung bình, Cao
- Theo lưu lượng: Thấp, Trung bình, Cao

II. Lưu lượng

1. Lưu lượng trung bình

a) Lưu lượng lý thuyết trung bình

$$Q_{lt} = \frac{qn}{60}$$

q : thể tích buồng xylanh làm việc (m^3)

n : số vòng quay/phút

Bơm tác dụng đơn $q = FS = \frac{\pi D^2}{4} S$

Bơm tác dụng kép $q = FS + (F - f)S = \frac{\pi}{4} (2D^2 - d^2) S$

b) Lưu lượng thực tế trung bình

$$Q = \eta_Q Q_{lt}$$

2. Lưu lượng tức thời

$Q_{tt} = Fu$ Với v : vận tốc xylanh $x = R - R \cos \omega t \Rightarrow u = \dot{x} = R\omega \sin \omega t$

$$Q_{tt} = FR\omega \sin \omega t$$

Mức độ không đồng đều của lưu lượng $\psi = \frac{Q_{\max}}{Q}$

Bơm tác dụng đơn: $\psi = \pi$; **tác dụng kép:** $\psi = \frac{\pi}{2}$; **tác dụng ba:** $\psi = \frac{\pi}{3}$

3. Điều chỉnh lưu lượng bơm

- Thay đổi số vòng quay; chỉnh khoá; mặt làm việc của piston; thay đổi tay quay; Dùng bình khí nén để điều hoà lưu lượng.

III. Cột áp quán tính, áp suất của bơm piston

1. Cột áp quán tính

+ Phương trình Bernoulli cho dòng không dừng trong xylanh

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} + \frac{1}{g} \int_0^l \frac{\partial u}{\partial t} dl$$

Với $u = R\omega \sin \omega t \Rightarrow \frac{\partial u}{\partial t} = R\omega^2 \cos \omega t \Rightarrow \frac{1}{g} \int_0^l \frac{\partial u}{\partial t} dl = \frac{L}{g} R\omega^2 \cos \omega t$

III. Cột áp quán tính, áp suất của bơm piston

2. Áp suất bơm trong quá trình hút

+ Phương trình Bernoulli cho dòng chảy giới hạn mặt cắt $a-a$ và $b-b$

$$\frac{p_a}{\gamma} = z_h + \frac{p_{x1}}{\gamma} + \frac{u_{x1}^2}{2g} + \sum h_{wh} + h_{qth}$$

$$h_{qth} = \frac{L_h + x}{g} \frac{du_{x1}}{dt}$$

$$L_h = \sum_{i=1}^n \frac{F_{x1}}{f_i} l_i \quad ; f_i \text{ tiết diện các đoạn ống; } F \text{ tiết diện piston}$$

u_{x1} - vận tốc piston; p_{x1} - áp suất buồng hút

+ Áp suất trong buồng hút:
$$\frac{p_{x1}}{\gamma} = \frac{p_a}{\gamma} - (z_h + \sum h_{wh} + h_{qth}) - \frac{u_{x1}^2}{2g}$$

- Cột áp quán tính thay đổi trong quá trình hút và đẩy

- Điều kiện tránh xâm thực
$$\frac{p_{x1}}{\gamma} > \frac{p_{bh}}{\gamma} + \Delta h$$

III. Cột áp quán tính, áp suất của bơm piston

3. Áp suất bơm trong quá trình đẩy

+ Phương trình Bernoulli cho dòng chảy giới hạn mặt cắt $b-b$ và $c-c$

$$\frac{p_{x2}}{\gamma} + \frac{u_{x2}^2}{2g} = z_d + \frac{p_c}{\gamma} + \frac{u_c^2}{2g} + \sum h_{wd} + h_{qtd}$$

Suy ra:
$$\frac{p_{x2}}{\gamma} = \frac{p_c}{\gamma} + \left(z_d + \frac{u_c^2}{2g} + \sum h_{wd} + h_{qtd} \right) - \frac{u_{x2}^2}{2g}$$

Với:
$$h_{qtd} = \frac{L_d + s - x}{g} \frac{du_{xl}}{dt}$$

III. Cột áp quán tính, áp suất của bơm piston

4. Số vòng quay tới hạn trong bơm Piston

- Tránh hiện tượng xâm thực => áp suất buồng bơm phải lớn hơn áp suất giới hạn xâm thực:

$$\frac{p_{xy lanh}}{\gamma} \geq \frac{p_{bh}}{\gamma} + \Delta h$$

- Biểu diễn vận tốc góc qua vòng quay $\omega = \frac{n\pi}{30}$

+ Đối với áp suất hút

$$n_{max,h} = \sqrt{\frac{895}{L_d R} \left(\frac{p_a - p_{bh}}{\gamma} - \Delta h + h_{wh} - z_h \right)}$$

+ Đối với áp suất đẩy

$$n_{max,d} = \sqrt{\frac{895}{L_d R} \left(\frac{p_a - p_{bh}}{\gamma} - \Delta h + h_{wd} - z_d \right)}$$

+ Số vòng quay tới hạn

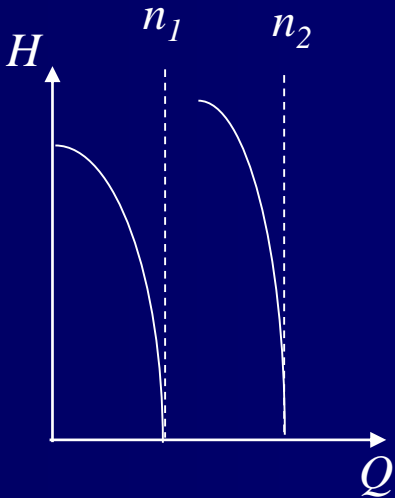
$$[n] = \min(n_{max,h}, n_{max,d})$$

IV. Khắc phục HT không ổn định của chuyển động CL trong bơm

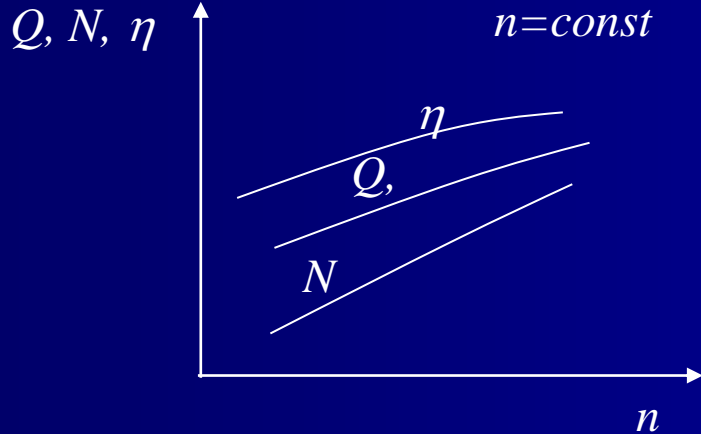
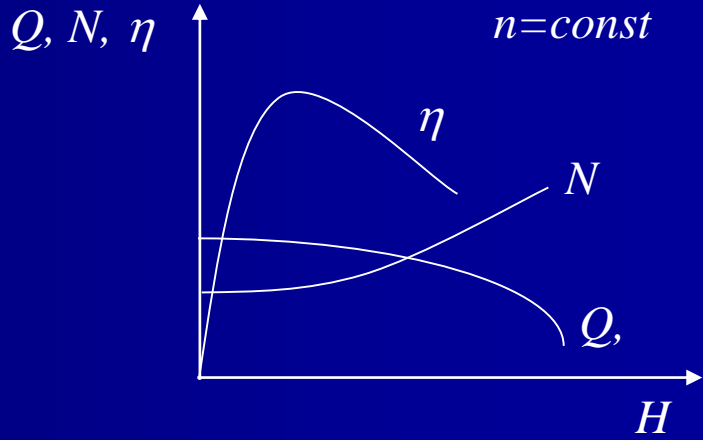
- + Do lưu lượng và áp suất trong bơm piston thay đổi đã gây ra:
 - Tổn thất năng lượng thuỷ lực
 - Xuất hiện các dao động, va đập thuỷ lực
 - Chất lượng làm việc của hệ thống thuỷ lực không đảm bảo
- + Các biện pháp hạn chế:
 - 1: Dùng bơm tác dụng 2 chiều
 - 2: Dùng bơm ghép => giảm hệ số không đồng đều
 - 3: Dùng bình không khí để điều hoà áp suất và lưu lượng

V. Đường đặc tính của bơm

Quan hệ áp suất và lưu lượng
Đường cơ bản



Quan hệ Q, N, η theo H



Lưu lượng, công suất,
hiệu suất theo vòng quay