

**ỦY BAN NHÂN DÂN TP THỦ ĐỨC
TRƯỜNG TRUNG CẤP NGHỀ ĐÔNG SÀI GÒN**

GIÁO TRÌNH

Tên mô đun: Điều khiển điện khí nén

**NGHỀ: ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP
TRÌNH ĐỘ TRUNG CẤP**

*(Ban hành kèm theo Quyết định số:/QĐ-TCN ngày tháng ... năm 20... của
Hiệu trưởng Trường trung cấp nghề Đông Sài Gòn)*

**TP Thủ Đức, năm 2023
(Lưu hành nội bộ)**

BÀI 1: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ KHÍ NÉN

I. KHÁI NIỆM CHUNG

1. 1. Lịch sử phát triển

Trong thế kỷ 19, các máy móc thiết bị sử dụng năng lượng khí nén lần lượt được phát minh như: thư vận chuyển trong ống bằng khí nén (1835) của Josef Ritter (Austria), phanh bằng khí nén (1880), búa tán đinh bằng khí nén (1861). Trong lĩnh vực xây dựng đường hầm xuyên dãy núi Alpes ở Thụy Sĩ (1857) lần đầu tiên người ta sử dụng khí nén với công suất lớn. Vào những năm 70 của thế kỷ 19 xuất hiện ở Paris một trung tâm sử dụng năng lượng khí nén với công suất 7350KW. Khí nén được vận chuyển tới nơi tiêu thụ trong đường ống với đường kính 500mm với chiều dài nhiều km. Tại đó khí nén được nung nóng lên nhiệt độ từ 50°C đến 150°C để tăng công suất truyền động động cơ, các thiết bị búa hơi...

Với sự phát triển mạnh mẽ của năng lượng điện, vai trò sử dụng khí nén ngày càng giảm dần. Tuy nhiên việc sử dụng khí nén vẫn đóng vai trò cốt yếu trong những lĩnh vực mà khi sử dụng năng lượng điện sẽ nguy hiểm; sử dụng năng lượng khí nén ở những dụng cụ nhỏ nhưng truyền động với vận tốc lớn, sử dụng khí nén ở các thiết bị như búa hơi, dụng cụ đập, tán đinh ... và nhiều nhất là những dụng cụ đồ gá kẹp chặt trong các máy.

Sau chiến tranh thế giới thứ hai, nhất là vào những năm 50 và 60 của thế kỷ 20 này là thời gian phát triển mạnh mẽ của giai đoạn tự động hóa quá trình sản xuất; kỹ thuật điều khiển bằng khí nén được phát triển rộng rãi và đa dạng trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Chỉ riêng ở Cộng Hòa Liên Bang Đức đã có 60 hãng chuyên sản xuất các phần tử bằng khí nén.

2. 2. Ứng dụng của khí nén:

- Hệ thống cửa xe buýt
- Nâng, hạ các chi tiết
- Đập, cắt, tạo hình các chi tiết
- Đóng gói, bao bì
- Chuyển giao vật liệu (gắp & đặt)
- Các thiết bị phun sơn,
- Các loại đồ gá kẹp các chi tiết nhựa, chất dẻo
- Lĩnh vực các thiết bị điện tử, vì điều kiện vệ sinh môi trường rất tốt và an toàn cao.
- Các dây chuyền rửa tự động;
- Trong các thiết bị vận chuyển, phân loại, sắp xếp các chi tiết
- Kiểm tra trong các thiết bị lò hơi, thiết bị mạ điện,
- Trong công nghiệp hóa chất.
- Các dụng cụ, thiết bị máy va đập.

- Các thiết bị, máy móc trong lĩnh vực khai thác, như khai thác đá, khai thác than, trong các công trình xây dựng như xây dựng hầm mỏ, đường hầm...
- Những dụng cụ vận vít từ M1 đến M300 : Máy khoan, công suất khoảng 3,5KW; máy mài, công suất khoảng 2,5kW cũng như những máy mài có công suất nhỏ, nhưng với số vòng quay cao 100.000vòng/phút thì khả năng sử dụng động cơ truyền động bằng khí nén là phù hợp.
- Các loại máy gia công gỗ,
- Trong các thiết bị làm lạnh,
- Hệ thống phanh hãm của ô tô.
- Trong các thiết bị đo và kiểm tra chất lượng sản phẩm.

3. 3. Ưu và nhược điểm của hệ thống truyền động bằng khí nén.

3.1. Ưu điểm:

- + Không khí luôn có sẵn
- + Lưu trữ được
- + Dễ dàng mở rộng hệ thống với chi phí thấp
- + Tốc độ cao, có thể điều chỉnh được và phương chuyển động có thể thẳng hoặc tròn)
- + Độ tin cậy cao vì các thiết bị khí nén có tuổi thọ dài
- + Không bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ cao, bụi bẩn và môi trường hóa chất.
- + An toàn đối với quá tải, chống cháy nổ
- + Bảo trì dễ dàng

3.2. Nhược điểm:

- Khí nén cần phải được xử lý
- Ô nhiễm tiếng ồn
- Lực truyền tải thấp
- Khi tải trọng thay đổi thì vận tốc cũng thay đổi, khó điều chỉnh chính xác
- Công suất nhỏ

II. II. ĐẶC TÍNH CỦA KHÍ NÉN.

Không khí gồm:

78 % nitrogen

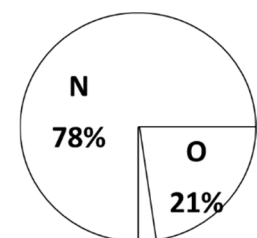
21 % oxygen

1% các loại khí khác (CO₂, H₂, Argon, Krypton, Xenon, Helium)

Khối lượng riêng ở 0°C: 1,293 kg/cm³

Nhiệt độ hóa lỏng: - 192°C

Trong không khí có hơi nước, lượng nước nhiều hay ít do nhiệt độ môi trường cao hay thấp. Vì vậy trước khi đưa vào sử dụng chúng phải được xử lý trước.



III. CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN TRONG HỆ THỐNG KHÍ NÉN

Đại lượng vật lý	Ký hiệu	Liên hệ giữa các đại lượng	Đơn vị SI	Đơn vị thường sử dụng trong khí nén
Khối lượng	m		Kilogram (kg)	Kg, g, mg
Thời gian	t		Giây (s)	h, ph, s
Nhiệt độ	T		Kelvin (°K)	°C
Chiều dài	l		Mét (m)	mm, m
Diện tích	S		Mét vuông (m ²)	m ² , mm ²
Thể tích	V	$V = S \cdot l$	Mét khối (m ³)	m ³ , mm ³
Vận tốc	v	$v = l / t$	Mét/ giây (m/s)	m/s, km/h
Gia tốc	a	$a = v / t$	Mét/ giây bình phương (m/s ²)	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Lực tác dụng	F	$F = P \cdot S$	Newton (N)	N
Công	A	$A = F \cdot S$	Jun (J)	J
Công suất	P	$P = A / t$	Watt (W)	kW, Hp
Áp suất	P	$P = F / S$	Pascal (Pa)	Bar, Pa, Psi
Lưu lượng	Q	$Q = V / t = v \cdot S$	Mét khối/giây (m ³ /s)	lít/phút
Cường độ dòng điện	I		Ampere (A)	A
Điện áp	U		Volt (V)	V

1. Áp suất

Áp suất được xác định bởi lực tác động lên một đơn vị diện tích bề mặt vật.

Đơn vị đo áp suất

Đơn vị cơ bản của áp suất theo hệ đo lường SI là Pascal

1 Pascal là áp suất phân bố đều lên bề mặt có diện tích 1m² với lực tác động vuông góc lên bề mặt đó là 1 Newton (N)

Các đơn vị đo áp suất không khí theo ISO: Pa KPa N/m² KN/m²

Các đơn vị thường dùng: Kg/cm² Bar

Đơn vị tính áp suất: KN/m², KPa, Bar, Kg/cm² và Psi (Pound per square inch lbf/in²)

Quan hệ giữa các đơn vị đo áp suất:

1 at = 760 mmHg = 1 bar = 100 kPa = 100 kN/m² = 14.5 psi ≈ 1 kgf/cm² = 14,5 psi

Ví dụ 1: Đổi các đơn vị đo áp suất sau.

A : 1 kN/m² = 1000 N/m²

B : 1 kPa = 1000 Pa

$$C : 80 \quad \text{N/m}^2 = 0.08 \quad \text{kN/m}^2$$

$$D : 2.5 \quad \text{kPa} = 2500 \quad \text{Pa}$$

Ví dụ 2: Áp suất 1 bar tương đương với.

$$A : 0.1 \quad \text{kg/cm}^2$$

$$B : 1 \quad \text{kg/cm}^2$$

$$C : 10 \quad \text{kg/cm}^2$$

$$D : 100 \quad \text{kg/cm}^2$$

Phân loại áp suất

a. Áp suất khí quyển

Là áp suất không khí tại mực nước biển

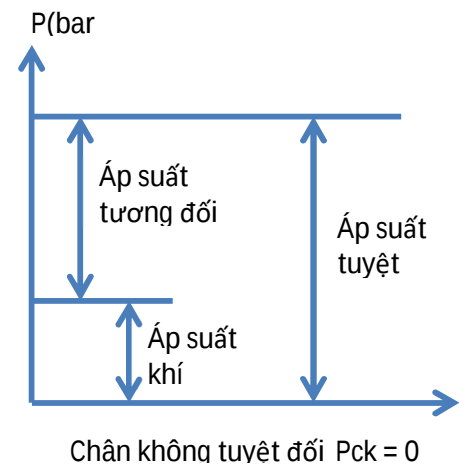
Nhà bác học người Ý (Tô-ri-xe-li) là người đầu tiên đo được độ lớn của áp suất khí quyển = 1,013 bar tại mực nước biển, ở 0°C và ở vĩ tuyến 45 độ.

b. Áp suất tuyệt đối

Là áp suất so với môi trường chân không tuyệt đối ($P_{ck} = 0$).

c. Áp suất tương đối (áp suất dư)

Là hiệu áp suất tuyệt đối và áp suất khí quyển. Giá trị áp suất đo áp kế hiển thị là áp suất tương đối.



Hình 1.1. Đồ thị áp suất

2. Quan hệ giữa áp suất, lực và diện tích

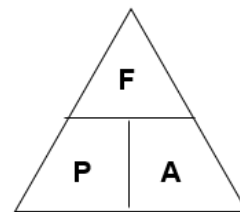
2.1. Công thức tính áp suất

$$P = \frac{F}{A}$$

Trong đó: P : áp suất

A : diện tích bề mặt vật

F : lực tác động



❖ Các đơn vị tính áp suất, lực và diện tích.

Áp suất	Lực	Diện tích
Psi	Lb	In ²
Kg/cm ²	Kg	cm ²
Pa	N	m ²
Kpa	KN	m ²
N/m ²	N	m ²
KN/m ²	KN	m ²

Ví dụ 1: Một lực 7000N tác động lên một diện tích 0.01m². Tìm áp suất đổi ra KPa.

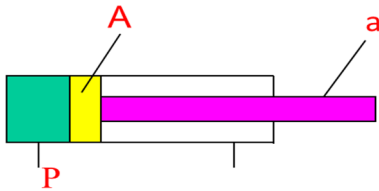
$$P = \frac{F}{A} = \frac{7000}{0.01} = 700.000 \text{ N/m}^2$$

$$P = 700.000 \text{ N/m}^2 = 700 \text{ KN/m}^2 = 7 \text{ bar} = 700 \text{ KPa}$$

Ví dụ 2: Một áp suất 5bar tác động lên một diện tích 1cm². Xác định lực tác động.

$$5 \text{ bar} = 5 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow F = P \times A = 5 \times 1 = 5 \text{ kgf}$$

2.2. Tính toán lực tác động trên xilanh.



Hình 1. 2. Xylanh tác động kép

$$\text{Lực đẩy pít tông: } F_d = P \times A \quad (1-2)$$

$$\text{Lực kéo pít tông: } F_k = P \times (A - a) \quad (1-3)$$

Trong đó

P : Áp suất

A : Diện tích bề mặt pít tông

a : Diện tích bề mặt cần pít tông

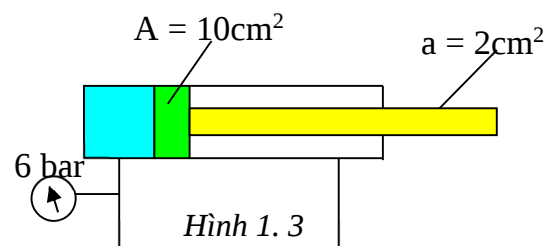
Ví dụ 3: Tính lực đẩy và lực kéo của pít tông với các thông số

Lực đẩy

$$F_d = P \times A = 6 \times 10 = 60 \text{ kgf}$$

Lực kéo

$$F_k = P \times (A - a) = 6 \times (10 - 2) = 48 \text{ kg}$$



Hình 1. 3

Ví dụ 4: Tính toán lực đẩy và lực kéo cực đại của pít tông với các thông số cho như hình 1.4 với d1, d2 là đường kính pít tông và cần pít tông.

$$A = r1^2 \times \pi = (5)^2 \times 3.14 = 78.5 \text{ cm}^2$$

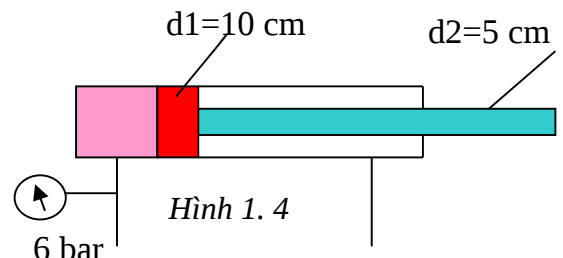
$$a = r2^2 \times \pi = (2.5)^2 \times 3.14 = 19.6 \text{ cm}^2$$

Lực đẩy cực đại

$$F_d = P \times A = 6 \times 78.5 = 471 \text{ kgf}$$

Lực kéo cực đại

$$F_k = P \times (A - a) = 6 \times (78.5 - 19.6) = 353.4 \text{ kgf}$$



Hình 1. 4

3. Lưu lượng

Lưu lượng là vận tốc dòng chảy của lưu chất qua một tiết diện dòng chảy.

Đơn vị thường dùng là m^3/s hay l/min .

$$Q = v \cdot A$$

(1-4)

Trong đó: A: Tiết diện của dòng chảy (m^2)

v : Vận tốc trung bình của dòng chảy (m/s , m/min)

Q: Lưu lượng (m^3/s)

❖ Phương trình dòng chảy

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$\text{Vì } A_1 > A_2$$

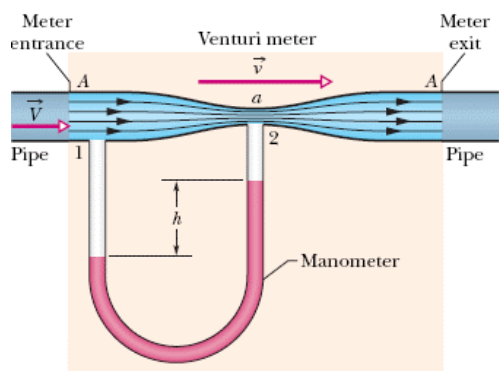
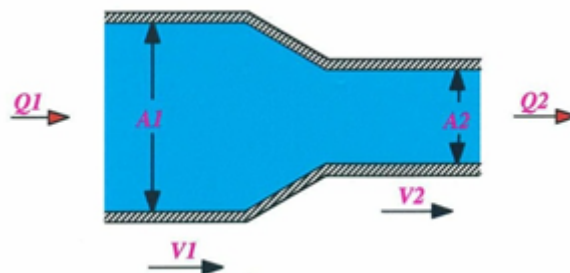
$$\text{Nên } v_2 > v_1$$

Kết luận: Nếu tiết diện mặt cắt giảm thì vận tốc, áp suất tại điểm đó tăng

Ứng dụng của phương trình này là ống Venturi (đặt tên theo họ một nhà vật lý người Ý Giovanni Battista Venturi) và sự bù dòng trong các thiết bị điều chỉnh áp suất.

Ống Venturi đã được sử dụng trong hơn 100 năm để đo lưu lượng chất lỏng.

Trong nông nghiệp ống Venturi được sử dụng để tưới nước, trộn phân bón... Trong thủy sản, ống Venturi đưa ozone vào môi trường nước để diệt khuẩn, sục oxy vào bể nuôi tôm, cá, xử lý nước thải... Trong công nghiệp, ống Venturi dùng để gom bụi, lọc bụi, phun sơn, lọc khí, xử lý nước thải...



a)

a) Nguyên lý ống Venturi đo lưu lượng

b)

b) Đồng hồ đo lưu lượng theo nguyên lý ống Venturi

c)

c) Ống Venturi dùng trong việc tưới nước, tưới phân cho cây

Hình 1. 5. Một số hình ảnh về ứng dụng của ống Venturi

IV. CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN TRONG HỆ THỐNG KHÍ NÉN.

1. Định luật Boyle – Mariotte:

Nhiệt độ khí nén không thay đổi (T: hằng số), áp suất tuyệt đối của khí nén tỉ lệ nghịch với thể tích khí nén.

$$p \times V = C$$

$$p_1 \times V_1 = p_2 \times V_2 \quad (1-5)$$

p : Áp suất tuyệt đối (Bar, KPa)

V : Thể tích khí nén (m³)

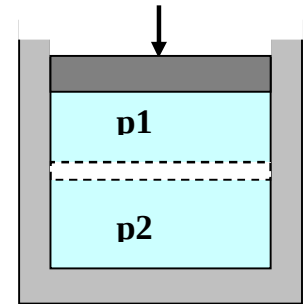
C : Hằng số

V₁ (m³) thể tích khí nén tại thời điểm áp suất p₁

V₂ (m³) thể tích khí nén tại thời điểm áp suất p₂

p₁ áp suất tuyệt đối khí nén có thể tích V₁

p₂ áp suất tuyệt đối khí nén có thể tích V₂



2. Định luật Charles:

Áp suất khí nén không thay đổi (p = hằng số), nhiệt độ tuyệt đối của khí nén thay đổi tỉ lệ thuận với thể tích khí nén.

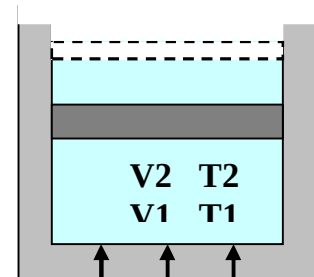
$$\frac{V}{T} = C \text{ hay } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (1-6)$$

V : Thể tích khí nén (m³)

T : Nhiệt độ tuyệt đối (°K), $T = (t^{\circ}\text{C} + 273)$

T₁ : Nhiệt độ tại thời điểm có thể tích V₁

T₂ : Nhiệt độ tại thời điểm có thể tích V₂



3. Định luật Gay - Lussac:

Thể tích khí nén không thay đổi (V= hằng số), nhiệt độ tuyệt đối của khối khí nén thay đổi tỉ lệ thuận với áp suất khí nén.

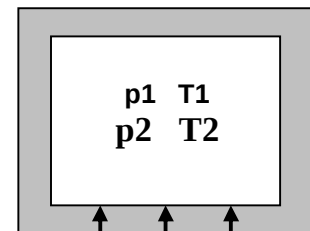
$$\frac{P}{T} = C \text{ hay } \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (1-7)$$

P₁ áp suất tuyệt đối khí nén có thể tích V₁

P₂ áp suất tuyệt đối khí nén có thể tích V₂

T₁: Nhiệt độ tại thời điểm có áp suất P₁

T₂: Nhiệt độ tại thời điểm có áp suất P₂



4. Định luật tổng quát:

Giả thiết khí nén trong hệ thống là khí lý tưởng, ta có phương trình trạng thái sau:

$$P_{\text{abs.}} \cdot V = m \cdot R \cdot T \quad (1-8)$$

Trong đó

P_{abs} : áp suất tuyệt đối khối không khí đang xét (N/m²)

V : thể tích khí nén (m³)

m : khối lượng khối khí đang xét (kg)

R : hằng số chất khí (J/kg.K)

T : Nhiệt độ tuyệt đối ($^{\circ}\text{K}$), $T = (t^{\circ}\text{C} + 273)$

Thông thường môi trường làm việc ở nhiệt độ tuyệt đối dương ($T > 0$)

Lúc này ta có thể biến đổi phương trình (1-8) thành:

$$P_{\text{abs}} \cdot V / T = m \cdot R$$

Hay $P1_{\text{abs}} \cdot V_1 / T_1 = P2_{\text{abs}} \cdot V_2 / T_2$

Phương trình tổng quát:

Đối với khối lượng của khí nén đã cho khi cả 3 đại lượng nhiệt độ, áp suất và thể tích thay đổi:

$$\frac{P1 \cdot V1}{T1} = \frac{P2 \cdot V2}{T2} \quad (1-9)$$

❖ Ví dụ ứng dụng:

Lưu lượng hút của một máy nén khí là $Q = 2,5 \text{ m}^3/\text{phút}$ (Không khí hút vào là tiêu chuẩn $T_0 = 273^{\circ}\text{K}$, $P_0 \approx 1\text{bar}$). Phải cần thời gian bao lâu để làm đầy bình chứa có thể tích $V = 1\text{m}^3$ với áp suất $P = 6 \text{ bar}$ và nhiệt độ khí nén trong bình chứa là $T = 298 \text{ K}$

Bởi vì nhiệt độ T , áp suất P và thể tích V ở trạng thái ban đầu và trạng thái cuối của quá trình nén khác nhau nên dựa vào phương trình (1-9) để xác định thể tích của bình chứa, chứa khí ở trạng thái ban đầu:

$$\frac{P_0 \cdot V'}{T_0} = \frac{P \cdot V}{T} \quad (1-10)$$

Trong đó: P_0 : áp suất khí quyển tiêu chuẩn (1bar)
 T_0 : nhiệt độ khí quyển tiêu chuẩn (273 K)
 V' : thể tích khí cần phải hút vào (m^3)
 P : áp suất đạt được trong bình chứa (bar)
 V : thể tích bình chứa (m^3)
 T : nhiệt độ trong bình chứa (298 $^{\circ}\text{K}$)

Từ phương trình (1-10) ta có

$$V' = \frac{P \cdot V \cdot T_0}{P_0 T} = \frac{(6 + 1) \cdot 1 \cdot 273}{1 \cdot 298}$$

$$V' = 6,4 \text{ m}^3$$

Vậy thời gian cần thiết để làm đầy bình chứa là:

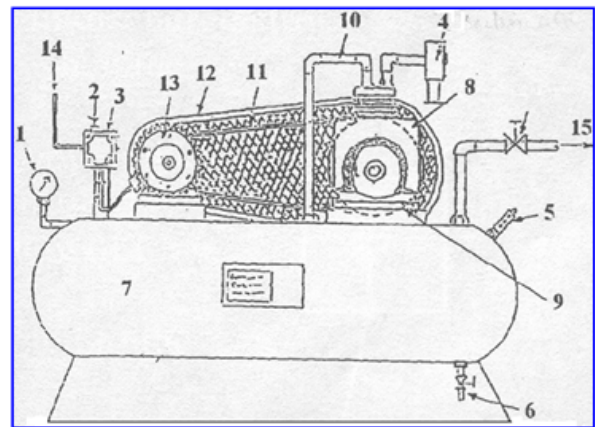
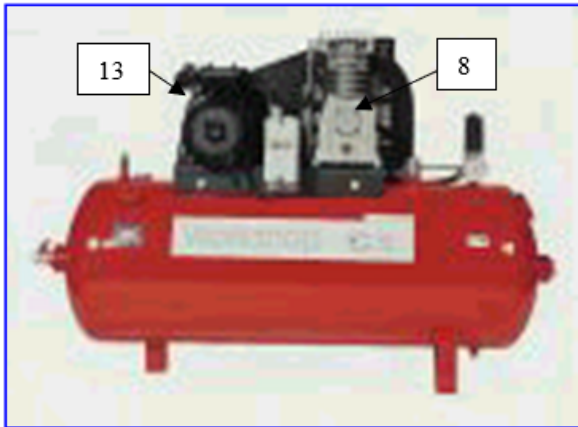
$$t = \frac{V'}{Q} = \frac{6,4}{2,5} = 2,54 \text{ (phút)}$$

BÀI 2: MÁY NÉN KHÍ VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ KHÍ NÉN

I. MÁY NÉN KHÍ.

Khí nén là nguồn cung cấp năng lượng cho các cơ cấu chấp hành như xylanh, tay gạt, động cơ khí nén,... và để điều khiển trong các nhà máy sản xuất công nghiệp. thiết bị biến đổi không khí thành không khí có áp suất cao hơn sử dụng trong hệ thống khí nén là máy nén khí. Máy nén khí chuyển đổi công suất từ động cơ điện hoặc động cơ đốt trong thành công suất khí nén.

1. Cấu tạo máy nén khí.



Hình 2. 1. Máy nén khí

- | | | |
|--------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| 1 : đồng hồ đo áp suất (áp kế) | 6 : van xả nước | 11 : dây đai dẫn động |
| 2 : công tắc đóng, ngắt | 7 : bình chứa khí | 12 : lưới bảo vệ |
| 3 : rơle ngắt tự động | 8 : máy nén khí | 13 : mô tơ |
| 4 : thiết bị lọc | 9 : bánh đà | 14 : nguồn cung cấp điện cho động cơ |
| 5 : van an toàn | 10 : đường khí xả | 15 : đường cung cấp khí nén tới tải |

❖ Chức năng 1 số bộ phận chính của máy nén khí:

- Máy nén khí

Không khí lấy từ khí quyển được nén lại và phân phối ở áp suất cao tới hệ thống khí nén, nó chuyển đổi cơ năng thành áp năng.

- Động cơ điện

Chuyển đổi điện năng thành cơ năng. Cơ năng cung cấp cho máy nén khí..

- Role áp suất

Điều khiển động cơ điện bằng cách nhận biết áp suất trong bình khí. Nó được thiết lập sao cho khi áp suất cao nhất thì động cơ dừng lại, và khi áp suất thấp nhất thì động cơ chạy.

- Van một chiều

Cho phép khí nén từ máy nén khí đi vào trong bình trữ khí và ngăn cản đi theo chiều ngược lại khi máy nén ngừng lại.

- Bình chứa khí

Lưu trữ khí nén. Kích thước của nó được xác định theo công suất của máy nén khí, thể tích bình chứa khí càng lớn thì thời gian giữa hai lần máy nén khí chạy càng lớn.

- Áp kế

Chỉ thị áp suất của bình khí.

- Van xả nước/Thiết bị tự động xả

Xả bằng tay/ tự động toàn bộ nước ngưng tụ trong bình khí.

- Van an toàn

Xả khí nén ra ngoài nếu áp suất trong bình khi vượt quá áp suất cho phép.

- Máy sấy khí kiêm làm lạnh

Làm lạnh khí nén tới nhiệt độ trên nhiệt độ đóng băng một vài độ và ngưng tụ hầu hết hơi nước. Thiết bị này loại bỏ hầu hết nước trước khi được phân phối vào các hệ thống.

- Bộ lọc chính

Được lắp đặt trên đường ống chính, bộ lọc này phải có áp suất rơi nhỏ nhất và có khả năng loại bỏ dầu dưới dạng sương mù. Nó giúp cho đường ống không bị gỉ, đọng nước và dầu.

2. Các thông số cơ bản của máy nén

- Áp suất P

Là áp suất cung cấp cho hệ thống hoạt động (Pa, Bar)

- Lưu lượng Q

Là lượng khí nén do máy nén cung cấp trong 1 đơn vị thời gian (m^3/h)

- Số vòng quay động cơ n

Số vòng quay có ảnh hưởng đến công suất của máy nén (vòng/ phút)

- Công suất P

Là công suất tiêu hao để nén và truyền khí trong 1 đơn vị thời gian

$$P = Q (P_{\text{out}} - P_{\text{in}}) / 3600$$

P: công suất (W)

Q: lưu lượng ở áp suất làm việc của máy nén (m^3/h)

P_{out} : Áp suất tuyệt đối của khí nén ở đầu ra (N/m^2)

P_{in} : Áp suất tuyệt đối của khí nén ở đầu vào (N/m^2)

- Số cấp nén

Máy nén một cấp: quá trình nén không khí được thực hiện trong 1 chu kỳ làm việc của máy nén khí.

Máy nén nhiều cấp: quá trình nén không khí được thực hiện trong nhiều chu kỳ nén, cho ra áp suất làm việc cao hơn máy nén 1 cấp.

- Tỉ số nén ε

Là tỉ số giữa áp suất tuyệt đối của nguồn khí ra và áp suất tuyệt đối của nguồn khí vào trong máy nén: $\varepsilon = P_{\text{out}} / P_{\text{in}}$

Tỉ số nén còn thể hiện số lần thể tích không khí nén bị nén hay số lần thể tích giảm đi trong quá trình nén.

3. Nguyên tắc hoạt động

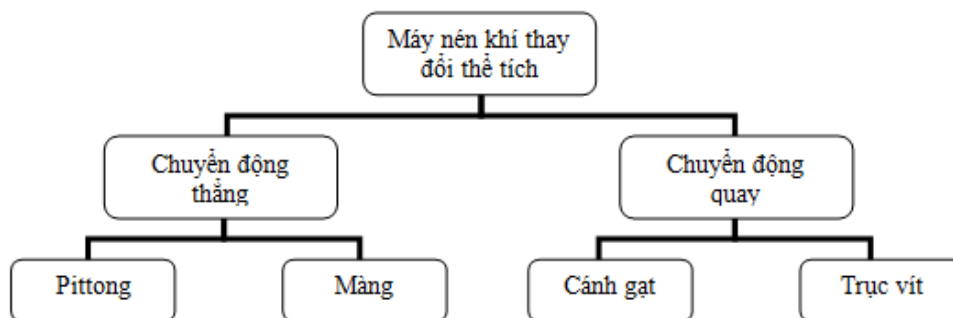
a) Nguyên lý thay đổi thể tích: Không khí được dẫn vào buồng chứa, ở đó thể tích khí bị nén cưỡng bức bằng cách giảm thể tích trong buồng nén. Như vậy theo định luật *Boyle – Mariotte* áp suất trong buồng chứa sẽ tăng lên. Máy nén khí hoạt động theo nguyên lý này, ví dụ như máy nén khí kiểu pittông, bánh răng, cánh gạt, máy nén trục vít, ...

b) Nguyên lý động năng : Không khí được dẫn vào buồng chứa, ở đó áp suất khí nén được tạo ra bằng động năng của bánh dẫn. Nguyên tắc hoạt động này tạo ra lưu lượng và công suất rất lớn. Máy nén khí hoạt động theo nguyên lý này, ví dụ như máy nén kiểu li tâm.

Khi hoạt động máy nén khí hút không khí từ khí quyển vào và nén không khí để làm tăng áp suất. Sau đó không khí nén được chuyển vào tích trữ trong bình chứa khí. Khi hệ thống khí nén vận hành, khí nén từ bình chứa khí được đưa đến thiết bị xử lý khí. Tại đây khí nén được lọc sạch, trước khi đưa đến các cơ cấu truyền động hay các van dẫn động trên hệ thống.

Tùy thuộc vào nhu cầu sử dụng mà người ta chọn các loại máy nén khí có áp suất thích hợp. Nhằm gia tăng tuổi thọ làm việc cũng như hiệu suất của máy nén khí. Người ta thường kiểm tra và bảo dưỡng máy nén khí theo định kỳ mỗi năm một lần.

4. Phân loại máy nén khí



Hình 2. 2. Những loại máy nén khí chính sử dụng trong các hệ thống khí nén

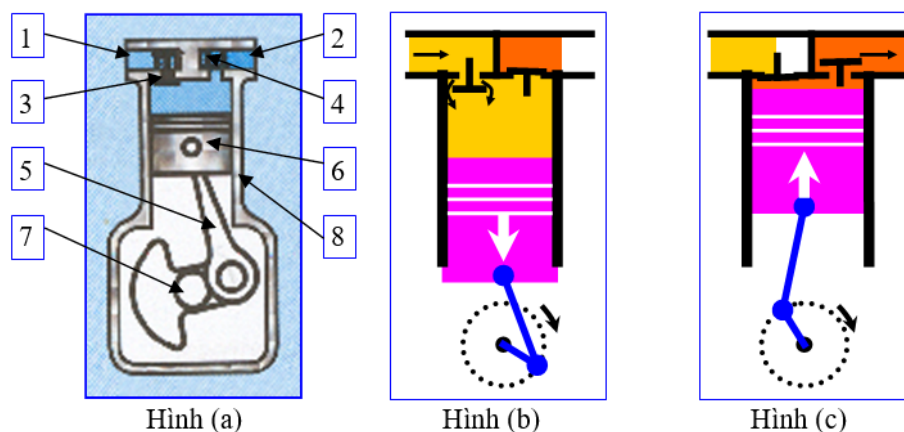
4.1. Máy nén khí kiểu pittông.

4.1.1. Máy nén khí kiểu pittông đơn (một tầng).

a. Cấu tạo

Các bộ phận trong máy nén khí kiểu pittông đơn (hình 2.3a)

- | | | | |
|-------------------|------------------|----------------|-------------|
| 1 : đường khí vào | 2 : đường khí ra | 3 : van nạp | 4 : van xả |
| 5 : thanh truyền | 6 : pittông | 7 : trục khuỷu | 8 : xy lanh |



Hình 2. 3. Cấu tạo máy nén khí kiểu pít tông đơn

Hình (b) hành trình pít tông đi xuống (chu kỳ hút), hình (c) hành trình pít tông đi lên (chu kỳ nén và đẩy).

b. Hoạt động máy nén khí kiểu pít tông đơn.

Sự di chuyển xuống của pít tông làm tăng thể tích tạo ra áp suất thấp hơn so với khí quyển, làm cho khí vào xylanh qua van vào.

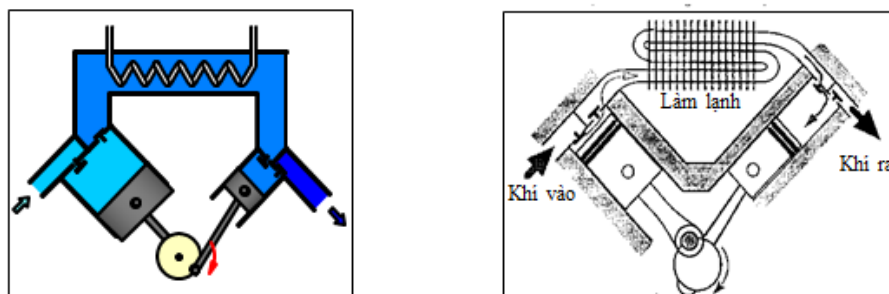
Ở cuối hành trình, pít tông di chuyển lên, van hút đóng lại và khí được nén lại, làm mở van xả để nạp khí vào bình chứa.

Loại máy nén khí này thường được sử dụng trong hệ thống yêu cầu áp suất khí khoảng 3-7bar

c. Bảo dưỡng máy nén khí đơn.

- Kiểm tra màng lọc nơi khí vào, bảo đảm sạch sẽ, không bị tắt nghẽn.
- Vệ sinh màng lọc, thay thế mới nếu màng lọc hư.
- Kiểm tra dầu, nước bị bắn.
- Kiểm tra, điều chỉnh sự rò rỉ dầu, nước và khí.
- Kiểm tra các khe hở, vệ sinh sạch sẽ ống thông gió.
- Kiểm tra độ căng của dây đai dẫn động.
- Kiểm tra tiếng ồn.
- Kiểm tra độ rơi và thay mỡ các bạc đạn.

4.1.2. Máy nén khí kiểu pít tông kép (hai tầng).



Hình 2. 4. Cấu tạo máy nén khí kiểu pít tông kép

Không khí hút vào được nén ở cả hai tầng. Tầng thứ nhất thường khí nén ở áp suất khoảng 4bar, sau đó khí nén chuyển qua bộ phận làm lạnh trung gian để làm mát, trước khi chuyển đến tầng thứ hai nén với áp suất khoảng 7bar. Máy nén này cải tiến tính hiệu quả so với máy nén kiểu pít tông đơn. Nhiệt độ cuối cùng khoảng 120°C.

Máy nén kiểu pít tông tịnh tiến có nhiều loại, một tầng (loại đơn), hai tầng (loại kép) và ba tầng trở lên (đa tầng). Giữa các tầng có thiết bị làm lạnh trung gian. Mục đích là giảm nhiệt độ khí nén trước khi đưa đến tầng tiếp theo nén với áp suất cao hơn. Thông thường, áp suất đối với máy nén một tầng khoảng 4bar, hai tầng khoảng 7bar, từ ba tầng trở lên áp suất trên 15bar. Các loại máy nén này dùng rất phổ biến trong các ngành công nghiệp.

Ưu điểm: + Đơn giản, dễ chế tạo, rẻ tiền

+ Cứng vững

+ Hiệu suất cao

+ Bảo quản đơn giản

Khuyết điểm:

- Tạo ra tiếng ồn

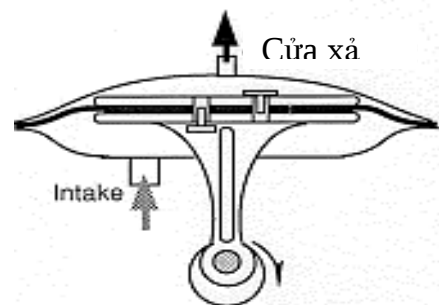
- Tạo ra khí nén theo xung (lưu lượng cung cấp không đều)

- Khí thường bị nhiễm dầu

4.2. Máy nén kiểu màng.

Máy nén này là một dạng của máy nén kiểu pít tông, nhưng có thêm một màng ngăn ở giữa van hút và van xả, pít tông dạng này không bị nhiễm bẩn dầu. Do đó, nó được dùng trong các ngành công nghiệp thực phẩm và dược phẩm. Áp suất khí nén của máy này thường trên 5bar.

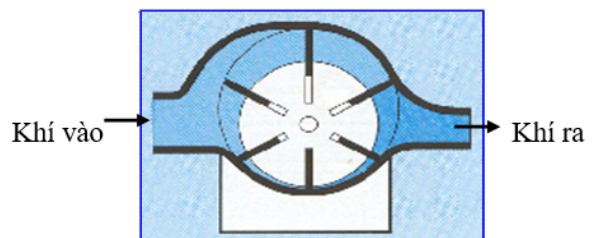
Màng cung cấp sự thay đổi thể tích của buồng. Điều này cho phép khí vào trong hành trình xuống và bị nén trong hành trình đi lên.



Hình 2. 5. Máy nén khí kiểu màng

4.3. Máy nén khí kiểu cánh gạt.

Máy nén khí kiểu cánh gạt làm việc theo nguyên lý thay đổi thể tích. Do sự lệch tâm giữa stato và rôto, bên trong máy nén hình thành những vùng thể tích. Không khí sẽ được hút vào từ cửa hút và bị ngăn thành các vùng thể tích riêng biệt tạo bởi thành trong của stato, rôto và hai cánh gạt kế tiếp nhau, khi các vùng thể tích bị nén lại làm áp suất tăng dần lên.



Hình 2. 6. Máy nén khí kiểu cánh gạt

Khi thể tích vùng nén di chuyển đến cửa xả là lúc đạt áp suất cao nhất và được đẩy vào bình chứa qua cửa xả.

Ưu điểm:

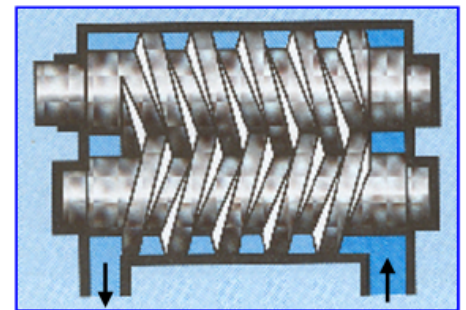
- + Lưu lượng cung cấp đều
- + Ít dao động

Khuyết điểm

- + Không công kênh
- Chế tạo phức tạp
- Gây nhiều tiếng ồn
- Lưu lượng không lớn

4.4. Máy nén khí kiểu trục vis.

Hai trục vis ăn khớp theo đường xoắn ốc quay ngược chiều. Không gian quanh trục giữa chúng giảm làm nén khí giữa hai trục vis (hình 2.7). Dòng dầu cung cấp sự bôi trơn và sự kín khít giữa hai trục vis quay. Thiết bị tách dầu loại chúng tại cửa ra. Máy nén khí này có thể đạt được lưu lượng lớn hơn $400\text{m}^3/\text{ph}$ ở áp suất khoảng 10 bar.



Hình 2. 7. Máy nén khí trục vis

• **Ưu điểm:**

- + Không khí sạch và lưu lượng cung cấp đều
- + Không sinh ra dao động
- + Nhỏ gọn
- + Rất tin cậy: tuổi thọ của trục vis cao (15000 – 40000 giờ)

• **Khuyết điểm:**

- Tỷ số nén bị hạn chế bởi tầng
- Chế tạo phức tạp, giá thành cao
- Gây tiếng ồn lớn

Hầu hết loại máy nén khí trong công nghiệp thường dùng là loại máy chuyển động thẳng, mặc dù loại cánh gạt và trục vis có nhiều ưu điểm. Máy nén khí phục vụ cho công nghệ thực phẩm, công nghiệp hóa chất, người ta thường sử dụng loại máy nén khí không có dầu bôi trơn. Đối với công nghiệp nặng, nhất là trong lĩnh vực điều khiển, thì người ta thường sử dụng máy nén khí có dầu bôi trơn, để tránh sự ăn mòn hệ thống ống dẫn và các phần tử điều khiển.

II. THIẾT BỊ XỬ LÝ KHÍ NÉN.

1. Yêu cầu về khí nén.

Khí nén phải đạt các yêu cầu là sạch, lạnh và khô

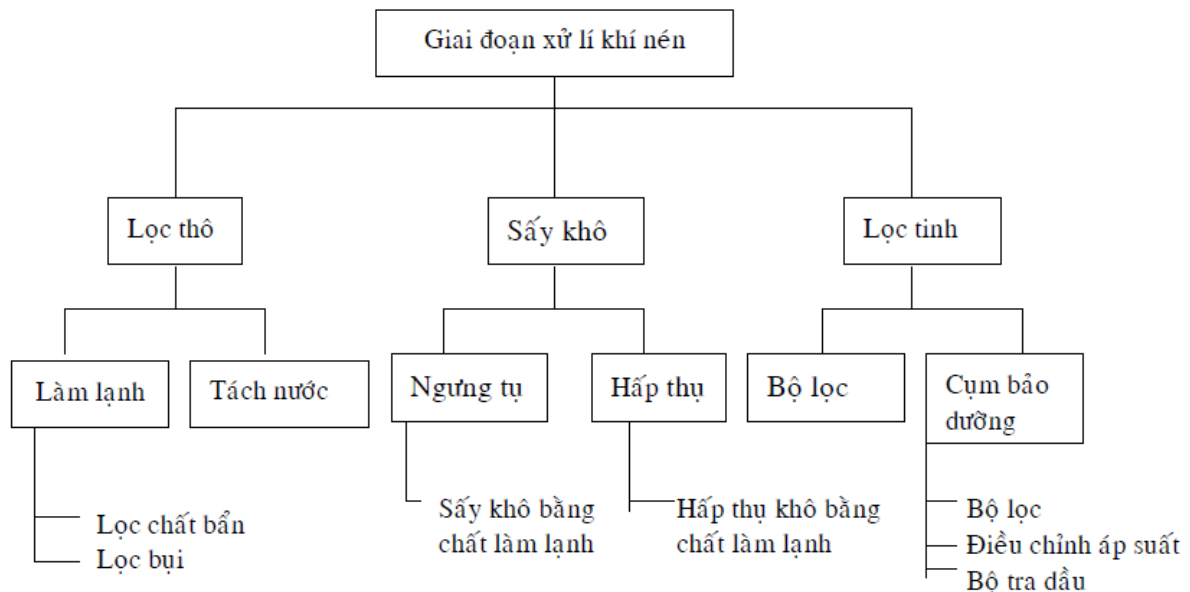
• **Sạch:** làm sạch khí nén giúp giảm được sự mài mòn các chi tiết chuyển động, giảm được sự tắt nghẽn đường ống.

• **Lạnh:** làm lạnh khí giúp giảm nhiệt độ khí nén, giảm được sự co giãn trên các đường ống dẫn khí và các khớp nối, giảm được sự rò rỉ khí trên đường ống.

- **Khô:** làm khô khí giúp tách hơi ẩm ra khỏi khí nén, lọc sạch khí nén, giảm được sự mài mòn các chi tiết chuyển động.

Như vậy khí nén được sử dụng trong kỹ thuật phải được xử lý. Mức độ xử lý khí nén tùy thuộc vào phương pháp xử lý, từ đó xác định chất lượng của khí nén tương ứng cho từng trường hợp cụ thể.

Khí nén được tải từ máy nén khí gồm những chất bẩn thô: Những hạt bụi, chất cặn bã của dầu bôi trơn và truyền động cơ khí, phần lớn những chất bẩn này được xử lý trong thiết bị, gọi là thiết bị làm lạnh tạm thời, sau khi khí nén được đẩy ra từ máy nén khí. Sau đó khí nén được dẫn vào bình làm hơi nước ngưng tụ, ở đó độ ẩm của khí nén (lượng hơi nước) phần lớn sẽ được ngưng tụ ở đây. Giai đoạn xử lý này gọi là giai đoạn xử lý thô. Nếu như thiết bị để thực hiện xử lý khí nén giai đoạn này tốt, hiện đại, thì khí nén có thể được sử dụng, ví dụ những dụng cụ dùng khí nén cầm tay, những thiết bị, đồ gá đơn giản dùng khí nén...



Hình 2. 8. Các giai đoạn xử lý khí

Hệ thống xử lý khí nén được phân loại thành 3 giai đoạn:

➤ **Lọc thô:**

Làm mát tạm thời khí nén từ máy nén khí ra, để tách chất bẩn, bụi. Sau đó khí nén được vào bình ngưng tụ, để tách ra hơi nước.

Giai đoạn lọc thô là giai đoạn cần thiết nhất cho vấn đề xử lý khí nén.

➤ **Sấy khô:**

Giai đoạn này xử lý tùy theo chất lượng yêu cầu của khí nén.

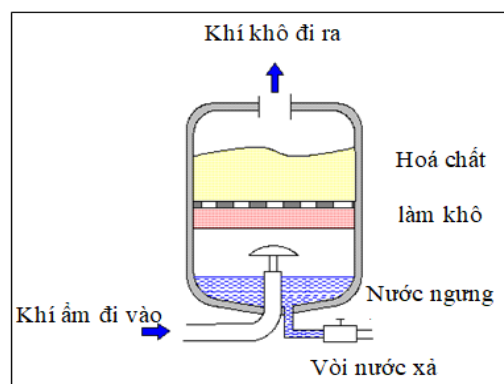
➤ **Lọc tinh :**

Khí nén được xử lý trong giai đoạn này trước khi đưa vào sử dụng. Giai đoạn này rất cần thiết cho hệ thống điều khiển.

2. Các phương pháp xử lý khí nén

2.1. Làm khô bằng sự hấp thụ dựa vào phương pháp hóa học.(hình 2.9)

Không khí ẩm từ máy nén khí được đưa vào qua lớp hóa chất làm khô khí (NaCl), lượng hơi nước trong không khí sẽ kết hợp với hoá chất này tạo thành những giọt nước ngưng tụ và lắng xuống phần dưới của đáy bình rồi được xả ra ngoài bằng vòi nước xả. Không khí được sấy khô tiếp tục theo ống dẫn vào hệ thống điều khiển.



Hình 2. 9

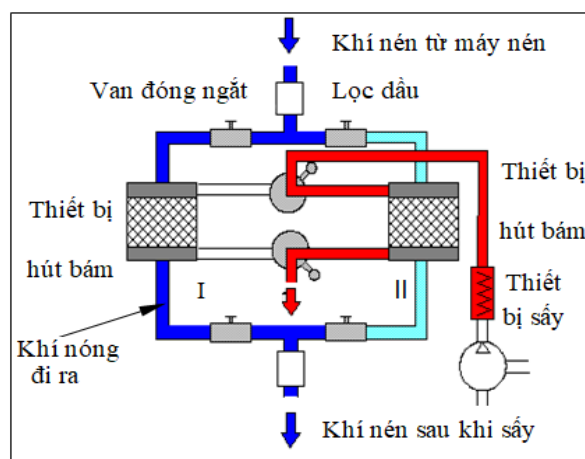
+ Ưu điểm của phương pháp này:

- Lắp đặt các thiết bị đơn giản.
- Sự mài mòn các chi tiết chuyển động thấp.
- Không cần năng lượng bên ngoài.

2.2. Làm khô bằng sự hút bám với thiết bị sấy thu hồi nhiệt, dựa vào phương pháp vật lý làm lạnh tái sinh. (hình 2.10)

Không khí ẩm từ máy nén khí được đưa vào đường ống, qua lọc dầu, đến van đóng ngắt, rồi tới thiết bị hút bám có chứa chất sấy khô để lọc sạch và sấy khô khí, nhờ hơi nóng từ thiết bị sấy thổi qua, nước và dầu được tách ra và khí nén sau khi sấy theo đường ống đi ra ngoài đến hệ thống điều khiển.

Hai thiết bị hút bám I và II mắc song song với nhau. Trong cùng một thời điểm làm việc, chỉ có một thiết bị hút bám thực hiện quá trình sấy khô khí, trong khi đó thiết bị hút bám còn lại sẽ được tái tạo lại khả năng hấp thụ của chất sấy khô mà đã dùng trước đó. Chất sấy khô thường dùng là Solicagel (SiO_2).



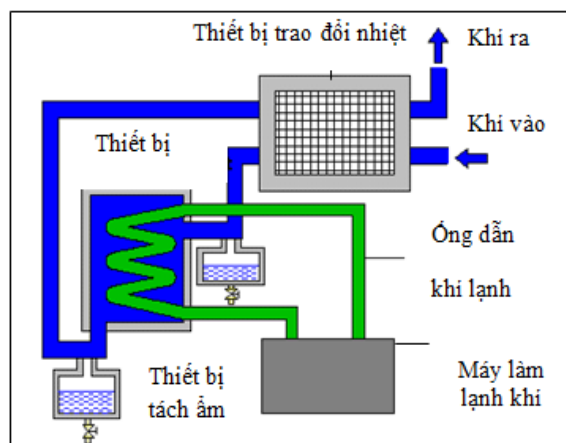
Hình 2. 10

2.3. Làm khô bằng thiết bị làm lạnh không khí. (hình 2.11)

Khí nén từ máy nén khí được đưa vào, qua thiết bị trao đổi nhiệt. Tại đây dòng khí nén được làm lạnh sơ bộ, hơi nước, dầu và các chất bẩn được tách ra một phần rơi xuống thiết bị tách ẩm.

Sau đó, lượng khí nén tiếp tục tới thiết bị làm lạnh. Tại đây một lần nữa hơi nước, dầu và các chất bẩn còn lại được tách ra và rơi vào thiết bị tách ẩm.

Hơi nước, dầu và các chất bẩn sau khi được tách ra khỏi dòng khí nén rơi vào thiết bị tách ẩm và được đưa ra ngoài bằng van xả nước tự động. Dòng khí nén được lọc sạch và còn lạnh sẽ được đưa đến thiết bị trao đổi nhiệt, trước khi đưa vào sử dụng.

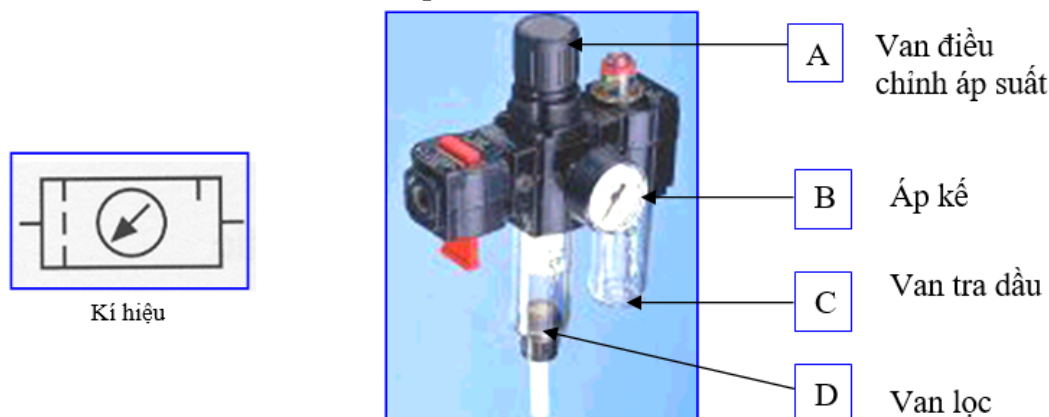


Hình 2. 11

3. Thiết bị xử lý khí.

Ở trên đã trình bày một số phương pháp xử lý khí nén trong công nghiệp. Tuy nhiên trong một số lĩnh vực, ví dụ: những dụng cụ cầm tay sử dụng truyền động khí nén hoặc một số hệ thống điều khiển đơn giản thì không nhất thiết phải thực hiện trình tự như vậy.

Nhưng đối với những hệ thống như thế, nhất thiết phải dùng *thiết bị xử lý khí*, gồm 3 bộ phận chính: bộ lọc, van điều chỉnh áp suất, van tra dầu.



Hình 2. 12. Các bộ phận của thiết bị xử lý khí

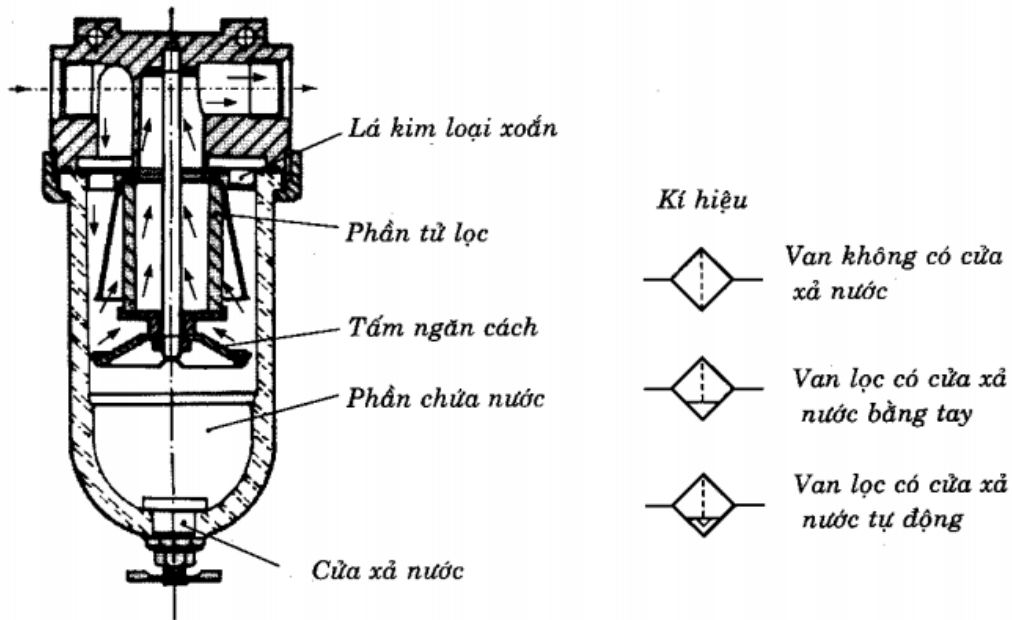
3.1. Bộ lọc

Bộ lọc có nhiệm vụ tách các phần chất bẩn và hơi nước ra khỏi khí nén.

Phần tử lọc xộp làm bằng các chất như: Vải dây kim loại, giấy thấm ướt, kim loại thiêu kết hay là sợi thủy tinh. Kim loại thiêu kết là vật liệu được tạo ra bằng cách cho các hạt đồng thau vào khuôn sau đó nung nóng, các hạt này sẽ chảy ra và đan kết vào nhau nhưng chưa chảy lỏng hoàn toàn, lúc đó ta ngừng nung nóng, lấy chúng ra để nguội.

Khí nén sau khi đi vào cửa bên trái của bộ lọc, qua *lá kim loại xoắn* (hình 2.13) sẽ chuyển động xoáy bên trong bình lọc. Sau đó đi qua *phần tử lọc xộp*, hơi nước và chất bẩn sẽ ngưng

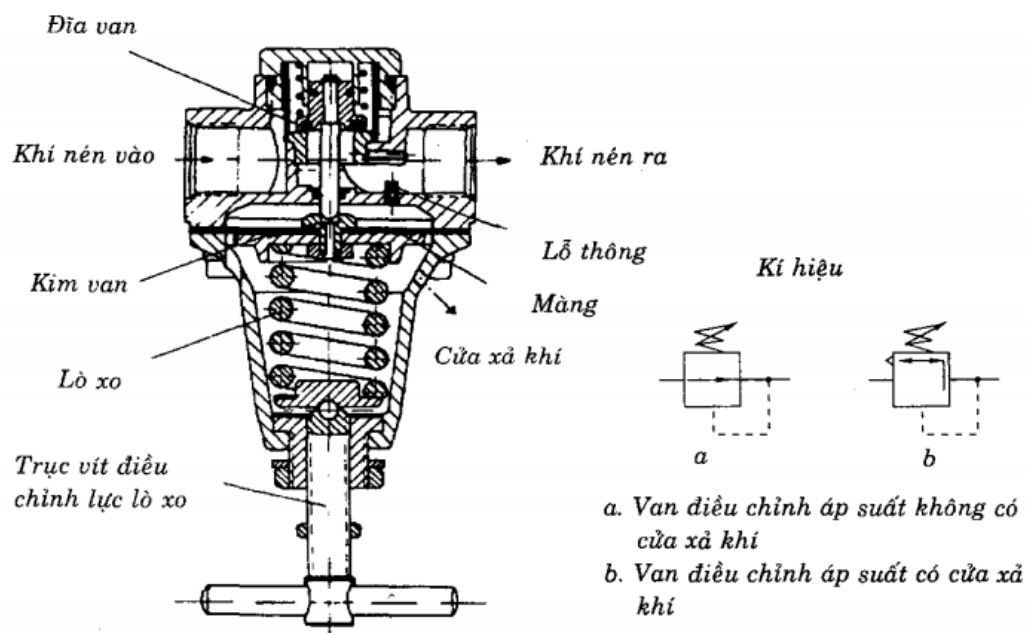
tụ trong bình chứa nước của bộ lọc khí, tùy theo yêu cầu chất lượng của khí nén mà chọn loại phân tử lọc. Độ lớn đường kính các lỗ của phân tử lọc có những loại từ 5 μm đến 70 μm . Trong trường hợp yêu cầu chất lượng khí nén rất cao, vật liệu phân tử lọc được chọn là sợi thủy tinh, có khả năng tách nước trong khí nén đến 99,9%.



Hình 2. 13. Nguyên lý làm việc của bộ lọc và ký hiệu

3.2. Van điều chỉnh áp suất

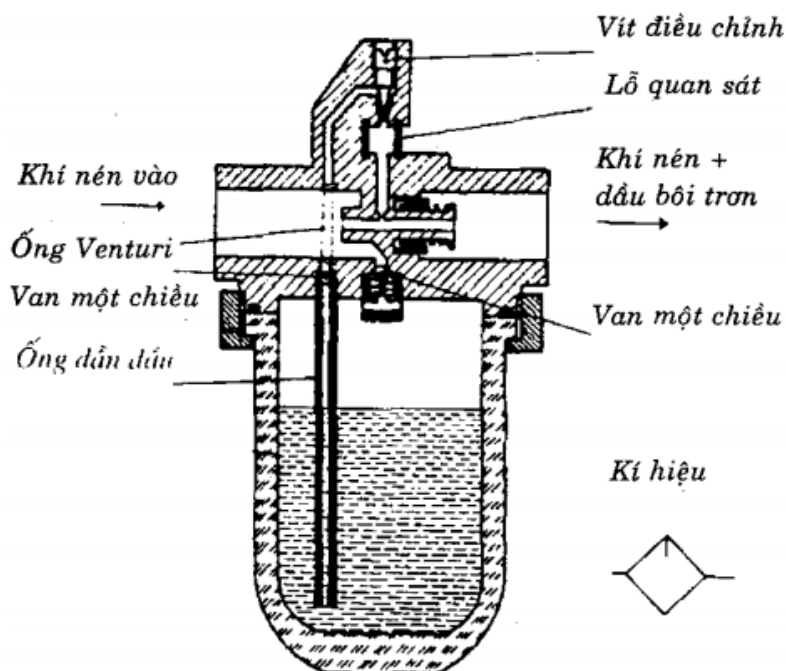
Van điều chỉnh áp suất có công dụng giữ áp suất được điều chỉnh không đổi, mặc dù có sự thay đổi bất thường của tải trọng làm việc ở phía đường ra hoặc sự dao động của áp suất ở đường vào van. Nguyên tắc hoạt động của van điều chỉnh áp suất (hình 2.14): Khi điều chỉnh *trục vít*, tức là điều chỉnh vị trí của trục van, trong trường hợp áp suất của đường ra tăng lên so với áp suất của đường điều chỉnh, khí nén sẽ qua *lỗ thông* tác động lên *màng*, vị trí *kim van* thay đổi, khí nén qua *lỗ xả khí* ra ngoài. Cho đến khi nào áp suất của đường ra giảm bằng áp suất được điều chỉnh ban đầu, thì vị trí *kim van* trở về vị trí ban đầu.



Hình 2. 14. Nguyên lý làm việc của van điều chỉnh áp suất

3.3. Van tra dầu

Van tra dầu hay còn gọi là thiết bị bôi trơn dùng để cung cấp một lượng dầu cần thiết cho khí nén trước khi đưa vào sử dụng. Mục đích của việc tra dầu là để giảm lực ma sát giữa các phân tử khí, cũng như giữa khí nén và bề mặt ống dẫn khí, ngoài ra còn ngăn chặn sự ăn mòn và sự rỉ của các phần tử trong hệ thống khí nén.



Hình 2. 15. Cấu tạo và ký hiệu của van tra dầu