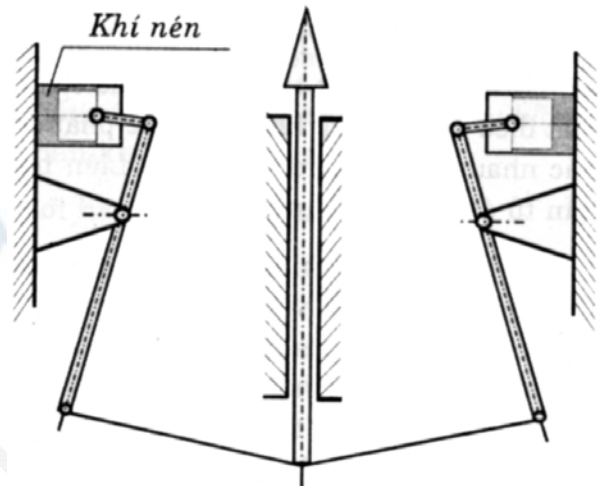


I. NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VỀ KHÍ NÉN VÀ CÔNG NGHỆ KHÍ NÉN

1.1. Vài nét về sự phát triển của kỹ thuật khí nén.

Ứng dụng khí nén đã có từ thời trước công nguyên. Ví dụ : nhà triết học người Hi Lạp Ktesibios (năm 140, trước Công nguyên) và học trò của ông là Heron (năm 100, trước Công nguyên) đã chế tạo ra thiết bị bắn tên hay ném đá (hình 1.1). Dây cung được căng bằng áp suất khí trong 2 xilanh thông qua 2 đòn bẩy nối với 2 pittông của 2 xilanh đó. Khi buồng dây cung ra, áp suất của không khí nén làm tăng vận tốc bay của mũi tên. Sau đó một số phát minh sáng chế của Ktesibios và Heron như : thiết bị đóng, mở cửa bằng khí nén; bơm súng phun lửa được ứng dụng. Khái niệm "*Pneumatica*" cũng được dùng trong thập kỷ này. Từ "*Pneumatic*" xuất phát từ tiếng cổ Hy Lạp có nghĩa là "*gió*", "*hơi thở*", còn trong triết học có nghĩa là "*linh hồn*". Thuật ngữ "*Pneuma*" để chỉ một ngành khoa học về khí động học và các hiện tượng liên quan đã được đúc kết.



Hình 1.1

Tuy nhiên sự phát triển của khoa học kỹ thuật thời đó không đồng bộ, nhất là sự kết hợp các kiến thức về cơ học, vật lý, vật liệu còn thiếu, cho nên phạm vi ứng dụng của khí nén còn rất hạn chế. Mãi cho đến thế kỷ 17, nhà kỹ sư chế tạo người Đức *Otto von Guericke* (1602-1686), nhà toán học và triết học người Pháp *Blaise Pascal* (1623-1662), cũng như nhà vật lý người Pháp *Denis Papin* (1647-1712) đã xây dựng nên nền tảng cơ bản ứng dụng khí nén. 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 Alps 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 Pa ri một trung tâm sử dụng năng lượng khí nén lớn với công suất 7350kW. Khí nén được vận chuyển tới nơi tiêu thụ trong đường ống với đường kính 500 mm và dài nhiều km. Tại đó khí nén được nung nóng lên nhiệt độ từ 50⁰ C đến 150⁰ 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 năng lượng bằng khí nén bị giảm dần. Tuy nhiên việc sử dụng năng lượng bằng khí nén vẫn đóng một vai trò cốt yếu ở những lĩnh vực, mà khi sử dụng năng lượng điện sẽ nguy hiểm, sử dụng năng lượng bằng khí nén ở những dụng cụ nhỏ, nhưng truyền động với vận tốc lớn, sử dụng năng lượng bằng khí nén ở những thiết bị như búa hơi, dụng cụ đập, tán đinh... và nhiều nhất là các dụng cụ, đồ gá kẹp chặt trong các máy.

Thời gian sau chiến tranh Thế giới thứ 2, việc ứng dụng năng lượng bằng khí nén trong kĩ thuật điều khiển phát triển khá mạnh mẽ. Với những dụng cụ, thiết bị, phần tử khí nén mới được sáng chế và được ứng dụng vào nhiều lĩnh vực khác nhau, sự kết hợp khí nén với điện-điện tử là nhân tố quyết định cho sự phát triển của kĩ thuật điều khiển trong tương lai. Hãng FESTO (Đức) có những chương trình phát triển hệ thống điều khiển bằng khí nén rất đa dạng, không những phục vụ cho công nghiệp, mà còn phục vụ cho sự phát triển các phương tiện dạy học (Didactic)

1.2. Khả năng ứng dụng của khí nén

➤ Trong lĩnh vực điều khiển

Sau chiến tranh Thế giới thứ 2, nhất là vào những năm 50 và 60 của thế kỷ 20 này, là thời gian phát triển mạnh mẽ của kĩ thuật điều khiển bằng khí nén. giai đoạn tự động hóa quá trình sản xuất 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 điều khiển bằng khí nén. Hệ thống điều khiển bằng khí nén được sử dụng ở những lĩnh vực mà ở đó dễ xảy ra các vụ cháy nổ, các thiết bị phun sơn; các loại đồ gá kẹp các chi tiết nhựa, chất dẻo; hoặc là được sử dụng cho lĩnh vực sản xuất các thiết bị điện tử, vì các thiết bị khí nén có thể đảm bảo điều kiện vệ sinh môi trường rất tốt và an toàn cao. Ngoài ra hệ thống điều khiển bằng khí nén được sử dụng trong các dây chuyền rửa tự động; trong các thiết bị vận chuyển và kiểm tra của thiết bị lò hơi, thiết bị mạ điện, đóng gói, bao bì và trong công nghiệp hóa chất.

➤ Hệ thống truyền động

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,....

➤ Truyền động quay

Truyền động động cơ quay với công suất lớn bằng năng lượng khí nén giá thành rất cao. Nếu so sánh giá thành tiêu thụ điện của một động cơ quay bằng năng lượng khí nén và một động cơ điện có cùng một công suất, thì giá thành tiêu thụ điện của một động cơ quay bằng năng lượng khí nén cao hơn 10 đến 15 lần so với động cơ điện. Nhưng ngược lại thể tích và trọng lượng nhỏ hơn 30% so với động cơ điện có cùng công suất. Những dụng cụ vận vít từ M4 đến M300; máy khoan, công suất khoảng 3,5 kw; máy mài, công suất khoảng 2,5 kw, cũng như những máy mài với công suất nhỏ, nhưng với số vòng quay cao 100.000 vòng/phút thì khả năng sử dụng động cơ truyền động bằng khí nén là phù hợp.

➤ Truyền động thẳng

Vận dụng truyền động bằng áp suất khí nén cho chuyển động thẳng trong các dụng cụ, đồ gá kẹp chặt chi tiết, trong các thiết bị đóng gói, trong các loại máy gia công gỗ, trong các thiết bị làm lạnh, cũng như trong hệ thống phanh hãm của ô tô.

➤ Trong các hệ thống đo và kiểm tra.

Dùng trong các thiết bị đo và kiểm tra chất lượng sản phẩm.

1.3. Ưu nhược điểm của hệ thống truyền động khí nén

• Ưu điểm

- Do khả năng chịu nén của không khí, cho nên có thể tích chứa khí nén một cách thuận lợi. Như vậy có khả năng ứng dụng để thành lập một trạm tích chứa khí nén.
- Có khả năng truyền tải năng lượng xa, bởi vì độ nhớt động học của khí nén nhỏ và tổn thất áp suất trên đường dẫn ít.
- Đường dẫn khí nén ra (thải ra) không cần thiết (ra ngoài không khí).
- Chi phí thấp để thiết lập một hệ thống truyền động bằng khí nén, bởi vì phần lớn trong các xí nghiệp hệ thống đường dẫn khí nén đã có sẵn.
- Hệ thống phòng ngừa quá áp suất giới hạn được đảm bảo.

• Nhược điểm

- Lực truyền tải trọng thấp.
- Khi tải trọng trong hệ thống thay đổi, thì vận tốc truyền cũng thay đổi, bởi vì khả năng đàn hồi của khí nén lớn, cho nên không thể thực hiện những chuyển động thẳng hoặc quay đều.
- Dòng khí nén thoát ra ở đường dẫn ra gây nên tiếng ồn.

Hiện nay, trong Lĩnh vực điều khiển, người ta thường kết hợp hệ thống điều khiển bằng khí nén với cơ, hoặc với điện, điện tử. Cho nên rất khó xác định một cách chính xác rõ ràng ưu nhược điểm của từng hệ thống điều khiển.

1.4. Đặc điểm, tính chất của không khí nén.

- **Số lượng:** có thể coi là vô tận.
- **Việc vận chuyển:** có thể được lưu thông dễ dàng trong các đường ống dẫn, với một khoảng cách nhất định. Đường hồi về không cần thiết vì khí nén sau khi công tác được thoát ra ngoài môi trường.
- **Lưu trữ:** Máy nén khí không nhất thiết phải hoạt động liên tục. Không khí nén được lưu trữ trong các bình chứa, được lắp nối trong hệ thống ống dẫn để cung cấp cho sử dụng khi cần thiết.
- **Nhiệt độ:** Không khí nén ít bị thay đổi theo nhiệt độ.
- **Chống cháy nổ:** Không có nguy cơ gây cháy bởi khí nén nên không tốn phí về phòng cháy. Hoạt động với áp suất khoảng 6 - 7 bar nên việc phòng nổ không quá phức tạp.
- **Mức độ sạch:** Không khí nén sạch ngay cả trong trường hợp lưu thông trong các đường ống hay thiết bị. Không một nguy cơ gây bẩn nào phải lo tới. Điều này đặc biệt cần thiết trong các ngành công nghiệp thực phẩm, vải sợi, lâm sản, thuộc da...
- **Cấu tạo trang thiết bị:** Đơn giản nên có giá thành thấp.

- **Vận tốc:** Không khí nén có thể lưu thông với tốc độ rất cao. Vận tốc công tác của các xy lanh khí nén thường trong khoảng 1 đến 2 m/s, trong một số trường hợp có thể đạt 5 m/s.
- **Tính dễ điều chỉnh:** Vận tốc và áp lực của những thiết bị công tác dùng khí nén được điều chỉnh một cách vô cấp.
- **Vấn đề quá tải:** Các công cụ và thiết bị khí nén đảm nhận tải trọng cho đến khi chúng dừng hẳn, cho nên sẽ không xảy ra quá tải.

Để phân định một cách cặn kẽ các lĩnh vực áp dụng kỹ thuật khí nén, cần phải biết các tính chất không thể không chú trọng đến sau đây:

- **Cách xử lý:** Không khí nén phải được chuẩn bị sao cho không chứa bụi bẩn, tạp chất và nước vì chúng làm cho các phần tử khí nén chóng mòn.
- **Tính chịu nén:** Không khí có tính nén được, cho phép thay đổi và điều chỉnh vận tốc của Piston.
- **Lực tác dụng:** Không khí được nén sẽ không kinh tế nếu chưa đạt được một công suất nhất định, áp suất làm việc thường được chấp nhận là 7 bar. Lực tác dụng được giới hạn trong khoảng 20000 đến 30000 N (2000 đến 3000 kp). Độ lớn của lực tác dụng còn phụ thuộc vào vận tốc và hành trình.
- **Thoát khí:** Không khí nén xả ra ngoài tạo âm thanh gây ồn, nhưng nhờ các bộ giảm thanh gắn ở từng đường thoát nên vấn đề này đã được giải quyết.
- **Giá thành:** Không khí nén là một nguồn năng lượng dồi dào, đơn giản và sẵn có nên hệ thống sử dụng có giá thành thấp.

1.5. Các đại lượng vật lý và đơn vị đo.

Không khí trong bầu khí quyển là một hỗn hợp các khí như ni tơ (chiếm 78% thể tích), oxy (chiếm 21%), còn lại là một số khí như: cacbonic, acgông, hydrô, nêông, hêli, criptông, xênon, ...

Để hiểu rõ thêm các định luật về động lực học và trạng thái của không khí, dưới đây liệt kê các thông số vật lý và các hệ thống đo lường.

Trong thực tế người ta thường dùng hai hệ thống đo lường thuận lợi trong việc nghiên cứu và ứng dụng là **hệ kỹ thuật** và **hệ SI**.

a- Các thông số cơ bản:

Thông số	Ký hiệu	Hệ kỹ thuật	Hệ SI
Chiều dài	l	mét (m)	mét (m)
Khối lượng	m	kp.s ² /m	kg
Thời gian	t	giây (s)	giây (s)
Nhiệt độ	T	⁰ C	K
Cường độ dòng điện	I	Ampe	A
Cường độ ánh sáng			Candela (Cd)

b- Các thông số dẫn xuất:

Thông số	Ký hiệu	Hệ kỹ thuật	Hệ SI
Lực	F	kp = kg.f = 9,8 N	1 N = 1 kg.m/s ²
Diện tích	A	m ²	m ²
Thể tích	V	m ³	m ³
Lưu lượng	Q	m ³ /s	m ³ /s
áp suất	p	at (kỹ thuật) kp/cm ²	Pa (1 Pa = 1 N/m ²) bar (1 bar = 10 ⁵ Pa)

Kết hợp giữa hệ kỹ thuật và hệ quốc tế (SI) ta có công thức Niuton: **F = m.a**

m – khối lượng; a – gia tốc; g - gia tốc trọng trường (g = 9,81 m/s²).

Quan hệ giữa các thông số trên như sau:

Khối lượng 1 kg = 1 kp.s²/9,81.m

Lực 1 kp = 9,81 N

Để đơn giản tính toán ta lấy 1 kp = 10 N.

Nhiệt độ ở điểm 0: 0°C = 273⁰ K,

ở nhiệt độ khác: 1°C = 1 K

d. 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).

$$1 \text{ Pascal (Pa)} = 1 \text{ N/m}^2 \quad 1 \text{ Pa} = 1 \text{ kg m/s}^2/\text{m}^2 = 1 \text{ kg/ms}^2$$

Trong thực tế người ta dùng đơn vị bội số của pascal là Megapascal (MPa).

$$1 \text{ MPa} = 1.000.000 \text{ Pa}$$

Ngoài ra còn dùng đơn vị bar:

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 100.000 \text{ Pa}$$

và đơn vị kp/cm² (theo DIN - Tiêu chuẩn của Cộng hòa Liên bang Đức)

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 0,980665 \text{ bar} = 0,981 \text{ bar}$$

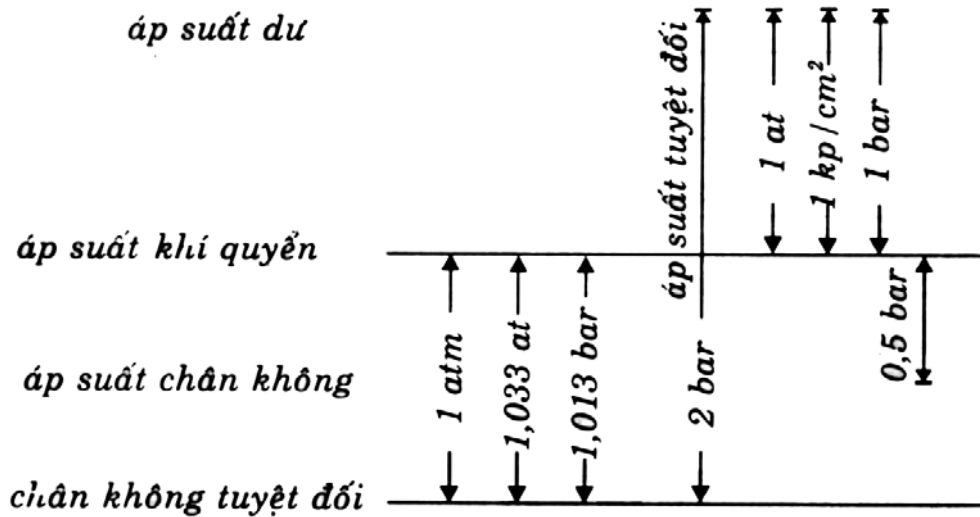
$$1 \text{ bar} = 1,01972 \text{ Kp/cm}^2 = 1,02 \text{ kp/cm}^2$$

Trong thực tế người ta coi: 1 bar = 1 kp/cm² = 1 at

Ngoài ra một số nước (Anh, Mỹ) còn sử dụng đơn vị đo áp suất Pound (0,45336kg) per square inch (6,4521 cm²) Ký hiệu lbf/in² (psi) .

$$1 \text{ bar} = 14,5 \text{ psi}; 1 \text{ psi} = 0,06895 \text{ bar}$$

ở Việt Nam quen dùng đơn vị kG/cm² tương đương với kp/cm²



Hình 1.2 Áp suất tương đối và tuyệt đối.

1.4. Các tính chất và các định luật cơ bản của không khí

a) Không khí có tính chịu nén.

Không khí là một hỗn hợp khí xác định gồm nhiều thành phần như oxy, hydro, nitơ, hơi nước,... nên có thể nén và giãn nở được.

Dựa vào đó Boyle – Mariotte đã phát biểu: " Ở nhiệt độ không đổi áp suất của chất khí tỷ lệ nghịch với thể tích". Điều đó có nghĩa là tích giữa áp suất và thể tích là hằng số đối với một lượng khí xác định.

$$P_1 V_1 = p_2 V_2 = p_3 V_3 = \text{const}$$

b) Thể tích không khí thay đổi theo nhiệt độ.

Với một lượng áp suất dư không đổi và nhiệt độ tăng 1 K thì thể tích không khí tăng thêm 1/273 thể tích của chính nó.

Định luật Gay – Lussac:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Tổng quát:

$$V_2 = V_1 + V_1 \frac{T_2 - T_1}{273}$$

c) Phương trình trạng thái của chất khí.

$$p.V = G.R.T$$

p - áp suất, bar;

ρ - khối lượng riêng của chất khí, kg/m³;

T - nhiệt độ, K;

R - hằng số khí (của không khí là 29,27);

V - thể tích, m³;

G - khối lượng, kg. ($G = V.\rho$)

d) Các tổn thất trong hệ thống khí nén.

+ Tổn thất cơ khí η_c : Là tổn thất do ma sát giữa các chi tiết cơ khí trong khi chuyển động tương đối với nhau.

+ Tổn thất thể tích η_v : Là tổn thất rò rỉ không khí khi di chuyển qua các chỗ (chi tiết) ghép nối.

+ Tổn thất áp suất η_p : $\Delta p = 10.\xi \frac{\gamma v^2}{2g}$ (N/m²)

γ - khối lượng riêng (kg/m³)

$2g$

v - vận tốc trung bình (m/s)

ξ - hệ số tổn thất cục bộ, phụ thuộc vào thực nghiệm, số Reynold Re, nhiệt độ, vận tốc, hướng chảy, hình dạng, tiết diện.

g - gia tốc trọng trường.